Verhandlungen

des

Naturhistorischen Vereins

der

preufsischen Rheinlande und Westfalens.

Siebenundachtzigster Jahrgang,
1930.

Mit 51 Textabbildungen und 2 Karten.

Bonn
Im Selbstverlag des Naturhistorischen Vereins
1931.

Herausgeber: Prof. Dr. Zepp, Schriftführer des Naturhistorischen Vereins der preussischen Rheinlande und Westfalens.

Für die in dieser Vereinsschrift veröffentlichten Mitteilungen sind die betreffenden Autoren allein verantwortlich.

Inhalt.

Seite

Oberheidt, Karoline, Die Entwicklung der Protonemata und die Anlage der Stämmchen bei einigen Laubmoosen. Mit 13 Seitenfiguren und 3 Abbildungen im Text . . . 1

Hamacher, Karl, Das Lenne-Tal und seine Terrassen. Mit Karte I und 16 Textabbildungen 73

Semmler, Walter, Quellen und Grundwasser in der nordöstlichen Eifel. Mit Karte II und 20 Textabbildungen . . . 139

Angelegenheiten des Naturhistorischen Vereins.

Bericht über die ordentliche Hauptversammlung in Essen . . XIX

Bericht über die Lage und Tätigkeit des Vereins XIX

Mitgliederverzeichnis vom 1. April 1931 V

Verzeichnis der Mitglieder

des Naturhistorischen Vereins der preußischen Rheinlande und Westfalens.

(1. April 1931.)

Vorstand.

Vorsitzender: Schlüter, W., Dr., Berghauptmann in Bonn, Konviktstr. 2a.
Stellvertretender Vorsitzender: Cloos, Dr., Professor der Geologie in Bonn.
Schriftführer: Zepp, Dr., Professor der Geographie in Bonn, Maarflach 4.
Stellvertretender Schriftführer: Kohlmann, Dr., Oberbergrat in Bonn, Lessingstr.
Schatzmeister: Henry, Joh., Rechtsanwalt in Bonn, Wilhelmstraße 20.

Kuratorium.

a) Ehrenvorsitzender.

Vogel, H., Berghauptmann, Oberbergamtsdirektor a. D. in Bonn.

b) Ehrenmitglieder.

Boas, Dr., Professor a. d. Columbia University in New York, U. S. A.
Fuchs, Dr., Oberpräsident der Rheinprovinz.
Hahne, Aug., Stadtrat in Stettin.
Henry, C., Rentner in Bonn.
Horion, Dr., Landeshauptmann der Rheinprovinz.
Kaiser, Dr., Geh. Reg.-Rat, Professor der Geologie in München.
Konen, Dr., Professor der Physik in Bonn.
Rauff, Dr., Geh. Bergrat, Professor der Geologie in Berlin.

c) Vertreter der Universitäten Bonn, Köln und Münster und der Technischen Hochschule Aachen.

Für Bonn: Brauns, Dr., Geh. Bergrat, Professor der Mineralogie und Petrographie in Bonn.
Für Köln: Thorbecke, Dr., Professor der Geographie in Köln.
Für Münster:
Für Aachen: Dannenberg, Dr., Professor der Geologie in Aachen.

d) Vertreter der Oberbergämter Bonn und Dortmund.

Bür Bonn: Liesenhoff, Oberbergrat in Bonn.
Für Dortmund: Grevel, Oberbergrat in Dortmund.

e) Vertreter der in den einzelnen Untergebieten ansässigen Mitglieder.

Für den Bezirk Köln: Janson, Dr., Professor in Köln.
„ „ „ Koblenz:
„ „ „ Trier: Löser, Dr., Studienprofessor in Dillingen.
„ „ „ Aachen: Eckert, Dr., Professor d. Geographie in Aachen.
„ „ „ Düsseldorf: Müller, Dr., Studienrat in Velbert.
„ „ „ Arnsberg: Kukuk, Dr., Professor in Bochum.
„ „ „ Münster: —
„ „ „ Minden: Morsbach, Oberbergrat u. Salinendirektor in Bad Oeynhausen.
„ „ „ Osnabrück: Preuß, Dr., Stadtschulrat und Senator in Osnabrück.

f) Kuratoren für die Sammlungen.

Andres, H., Botaniker in Bonn.
Lengersdorf, Frz., Rektor und Zoologe in Bonn.

g) Vertreter der Verbandvereine.

Für d. Naturwissenschaftliche Abteilung der Niederrheinischen Gesellschaft für Natur- und Heilkunde in Bonn: Wilkens, Dr., Professor der Geologie in Bonn.
„ „ Naturwissenschaftliche Abteilung in der Medizinisch-Naturwissenschaftlichen Gesellschaft Münster i. W.: —
„ „ Niederrheinischen geologischen Verein: Tilmann, Dr., Professor der Geologie in Bonn.
„ „ Botanischen Verein für Rheinland-Westfalen: Preuß, Dr., Stadtschulrat u. Senator, Osnabrück.
„ „ Zoologischen Verein für Rheinland-Westfalen: König, Dr., Geh. Regierungsrat, Professor der Zoologie in Bonn.
„ „ Naturwissenschaftliche Gesellschaft in Aachen: Siegfried, Dr. med. in Aachen.
„ „ Nat. Verein für Bielefeld und Umgegend: Kriege, Juvelier.
„ „ Nat. Verein in Dortmund: Herz, Dr., Prof. in Dortmund.
„ „ Nat. Verein in Düsseldorf: Aulmann, Dr., Direktor des Zoolog. Gartens.
„ „ Nat. Verein in Elberfeld: Henkel, Dr., Studienrat.
„ „ Nat. Verein in Koblenz: Mordziol, Dr., Studienrat.
„ „ Verein zur Förderung des Museums für Naturkunde in Köln: Janson, Dr., Professor in Köln.
„ „ Nat. Verein in Krefeld: Dr. Keiper.
„ „ Nat. Verein in Meisenheim: Hassinger, Major a. D.
„ „ Nat. Verein in Mörs: Hauß, Studienrat.
„ „ Nat. Gesellschaft an der Saar: —

Mitglieder der Arbeitsausschüsse.

Redaktionsausschuß.

Andres, H., Botaniker.
Brauns, Dr., Geh. Bergrat, Professor der Mineralogie.
Koernicke, Dr., Professor der Botanik.
Philippson, Dr., Geh. Regierungsrat, Professor d. Geographie.
Vogel, H., Berghauptmann.
Zepp, Dr., Professor der Geographie.

Ausschuß für Landschaftsschutz und Naturdenkmalpflege.

Andres, H., Botaniker in Bonn.
Eckert, Dr., Professor der Geographie in Aachen.
Janson, Dr., Professor, Leiter des Museums für Naturkunde in Köln.
Koernicke, Dr., Professor der Botanik in Bonn.
Kruse, Dr., Studienrat in Siegen i. W.
Müller, Dr., Studienrat in Cleve.
Philippson, Dr., Geh. Regierungsrat, Professor der Geographie in Bonn.
Rahm, Studienrat in Gerolstein.
Roth, Dr., Studienrat in Bonn.
Stempel, Dr., Professor der Zoologie in Münster i. W.
Vogel, H., Berghauptmann in Bonn.
Zepp, Dr., Professor der Geographie in Bonn.
Zillig, Dr. Leiter der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft in Berncastel-Cues/Mosel.

Ordentliche Mitglieder [1]).

Adams, Frl. Dr., Studienassessorin, Godesberg, Antonius-Lyzeum.
Andres, H., Botaniker, Bonn, Argelanderstr. 124.
Ahrens, Dr. W., Landesgeologe, Berlin NW 4, Invalidenstr. 44.
Aretz, Dr., Stud.-Rat, Krefeld, Talstr. 24.
Arth, E., Stud.-Rat, Idar a. d. Nahe.
Arlt, Dr., Ministerialrat, Berlin W 9, Leipzigerstr. 2.
Bach, Prof. Dr., Mettmann, Kaiserstr. 17.
Bachmann, Prof. Dr., F., Leipzig, Botanisches Inst. d. Univers.
Backes, Frl. Dr. Lore, Stud.-Rätin, Mörs, Ürdingerstr. 24.
Balkenhol, Stud.-Rat, Witten.
Sr. Ballof, Dominica, Neuß-Marienburg, Glockhammerstr.
Bambring, Oberlandmesser, Bonn, Schumannstr.
Bartling, Ernst, Diplom-Ing., Berg.-Gladbach, Zinkhütte.
Bärtling, Prof. Dr., Bergrat a. d. Geol. Landesanstalt, Berlin-Friedenau, Kaiser-Allee 128.
Baruch, Dr. Max P., Sanitätsrat, Paderborn.
Bauchhorn, Heinr., Ing., Hüttentechn., Siegburg, Hansenstr. 9.
Bayer, Dr., Apotheker, Beuel, Rheinstr. 7a.

---

1) Aenderungen oder Ergänzungen der Anschriften wolle man gefl. Geschäftsstelle mitteilen.

Benecke, Prof. Dr., Münster i. W., Kreuzstr. 5.
Bentz, Dr. A., Landesgeologe, Berlin N 4, Invalidenstr. 44.
Berg, Prof. Dr., Landesgeologe, Berlin N 4, Invalidenstr. 44.
Bernhard, Prof. Dr. F. H., Bonn.
Bierbrodt, W., Rektor der höheren Mädchenschule, Kamen i. W., Oststr. 15.
Bleibtreu, C., Dr., Chemiker, Obercassel, Schulstr. 14.
Block, Frl., Studienassessorin, Wetzlar, Goethestr. 15.
Boas, Prof. Dr., Columbia University, New York, U. S. A.
Borgert, Prof. Dr., Bonn, Kaufmannstr. 45.
Böker, Dr. ing., H. E., Erster Bergrat u. Honorarprofessor an der Technischen Hochschule, Aachen, Hindenburgstr. 11.
Böhm, Prof. Dr., Kustos i. R., Berlin N 4, Invalidenstr. 44.
Bömer, Prof. Dr., Vorsteher der Landwirtsch. Versuchsstation, Münster i. W., Südstr. 74.
Braun, Frl., Stud.-Rätin, Remscheid, Lindenstr.
Braun, W., Dr. phil., Fahr (Rheinland), Bismarckstr. 56.
Brauns, Prof. Dr., Geh. Bergrat, Bonn, Endenicher Allee 50.
Breddin, Dr., Geolog. Landesanstalt, Berlin N 4, Invalidenstraße 44.
Breddin, P., Patentanwalt, Köln, Hohepforte 12.
Bremenkamp, Aug., Konrektor, Bonn, Bennauerstr. 47.
Brenner, Bergassessor, Bonn, Colmantstr. 32.
Bresslau, Prof. Dr., Zoolog. Inst. d. Univ., Köln, Stapelhaus.
Britten, Dr. Mich., Stud.-Rat, Saarbrücken, Oberrealschule, Feldmannstr. 130.
Bubner, Oberförster, Schlebusch, Kr. Solingen.
Bucherer, Frau Prof. Dr., Bonn-Endenich, Auf dem Hügel 8.
Budde, Dr. Hermann, Dortmund, Roonstr. 37.
Bunge, Dr., Fabrikbesitzer, Hönningen a. Rh.
Bürger, Dr. W., Stud.-Rat, Elberfeld, Müllerstr. 83.
Busz, Dr. W. E., Bonn, Schumannstr. 66 I.
Chudoba, Dr., Privatdozent, Bonn, Humboldstr. 45.
Claessens, Konrektor i. R., Rurkempen, Kr. Heinsberg.
Clemens, R., Lehrer, Balkhausen, Kr. Bergheim.
Cloos, Prof. Dr., Bonn, Geolog. Inst., Nußallee 2.
Coßmann, Bergrat, Krefeld, Jungfernweg 32.
Cullmann, K., Stud.-Rat, Remscheid, Brüderstr. 33.
Dahm, P., Dr., Stud.-Assessor, Brühl.
Dederich, Frl. Dr., Wiesbaden, Kirchstr. 74.
Dienst, P., Prof. Dr., Custos a. d. Geol. Landesanstalt, Berlin-Halensee, Joachim Friedrichstr. 44.
Dilthey, Prof. Dr., Bonn, Meckenheimerstr. 98.
Dolberg, Oberschullehrer, Bonn, Troschelstr. 12.
Dörsing, Dr., Stud.-Rat, Krefeld, Krakauerstr. 88.
Drescher, Prof. Dr., Dorsten, Westwall 33.
Drevermann, Prof. Dr. Fr., Schönberg (Taunus), Parkstr. 9.
Ebbecke, Prof. Dr., Bonn, Nußallee 11.
Eckert, Prof., Dr., Aachen, Techn. Hochschule.
Eichler, K., Verbandssekretär, Düsseldorf, Herzogstr. 16.
Eigen, P., Rektoratsschullehrer, Hückeswagen, Peterstr. 10.
Emonts, R., Stud.-Rat, München-Gladbach, Staufenstr. 29.
Engelhardt, E., Stud.-Rätin, Koblenz, Mainzerstr. 29 II.
Feldkamp, Dr. Joh., Stud.-Rat, Düsseldorf, Herderstr. 66.

Fettweis, F., Diplom-Ing., Bochum, Roonstr. 13.
Feuerborn, Dr. H. J., Münster i. W., Zool. Inst. d. Universität.
Fitting, Prof. Dr., Direktor d. Bot. Inst. d. Universität Bonn, Poppelsdorfer Schloß.
Fliegel, Prof. Dr., Direktor a. d. Geol. Landesanstalt, Berlin-Lankwitz, Buchwitzstr. 8.
Frembgen, M., Lehrer, Balkhausen, Post Türnich.
Frey, F., Dr. med., Wiesdorf.
Frings, K., Rentner, Bonn, Bachstr. 43.
Frisch, E., Bergingenieur, u. Bergwerksdirektor, Bonn, Königstraße 30.
Förster, R., Oberingenieur, Münster i. W., Südstr. 8.
Fortmeyer, Aug., Lehrer, Bochum-Altenbochum, Wittenerstraße 227.
Fuchs, Dr., Oberpräsident, Koblenz, Oberpräsidium.
Fuchs, Prof. Dr., Bergrat, Bezirksgeologe, Berlin N 4, Invalidenstr. 44.
Fuchs, W., Prof. Dr., Cleve, Grenzallee.
Fuhrmann, Hauptlehrer, Hermeskeil b. Trier.

Geisler, Lehrer, Andernach a. Rh.
Geikowitz, G., Oberapotheker, Bedburg b. Cleve, Prov.-Heilanstalt.
Gerresheim, Dr., Stud.-Rat, Köln-Ehrenfeld, Simrockstr. 5.
Geyr v. Schweppenburg, Freiherr H., Oberförster a. Zool. Institut d. Forsthochschule Münden, Prov. Hannover.
Gierlich, H., Lehrer, Etzweiler, Kr. Bergheim a. d. Erft.
Goebel, Apotheker, Meckenheim.
Goeke, H., Syndikus, Krefeld, Bokumerallee 40.
Gooßes, W., Stud.-Rat, Elberfeld, Ravensbergerstr. 126.
Göppner, Pfarrer i. R., Berleburg, Bez. Arnsberg.
Gött, Th., Prof. Dr., Direktor d. Univ.-Kinderklinik, Bonn, Bonnertalweg 78.
Gotthardt, M., Fabrikdirektor, Sinzig.
Grebe, Prof. Dr., Bonn, Burgstr. 180.
Grevel, Oberbergrat, Dortmund, Wilpingweg 6.
Greven, H., Mittelschullehrer, Süchteln b. Krefeld, Viersenerstraße 5.
Guthörl, P., Geologe, Bildstock a. d. Saar.

Hahn, A., Rentner, Idar, Blumengasse 1.
Hahn, O., Bergrat, Krefeld, Richard-Wagnerstr. 7.
Hahne, Aug., Stadtrat, Stettin, Neutorney-Dunkerstr. 19.
Hahne, K., Fabrikant, Barmen, Dornebrückerstr. 2a.
Hackenberg, E., Stud.-Rat, Solingen, Liebknechtplatz 11.
Hädicke, L., Dr., Amtsgerichtsrat, Krefeld, Bokumer Allee 75.
Hamblock, A., Dr. ing., Direktor d. Trastwerke, Andernach.
Hansdörfer, E., Dr., Höchst a. Main, Jahnstr. 26.
Harrassowitz, Prof. Dr., Gießen, Ludwigstr. 30.
Hasenbäumer, Dr., Chemiker a. d. landwirtschaftlichen Versuchsstation, Münster i. W.
Hasebrink, A., Bergassessor a. D., Bonn, Koblenzerstr. 264.
Haupt, Prof. Dr., Kustos a. Hess. Landesmuseum Darmstadt, Heerdweg 21 II.
Hausmann, Gottfr., Lehrer, Düren, Goebenstr. 8.
Häuser, Dr., Stud.-Rat, Saarbrücken, Sophienstr. 10a.

Heck, Stud.-Rat, Köln, Salierring 6.
Hehr, Studienrat, Weidenau a. d. Sieg.
Heiderich, Fr., Prof. Dr., Münster, Anatomisches Institut der Universität.
Heidermanns, H., Stud.-Rat, Bonn, Mozartstraße.
Heidermanns, K., Dr., Bonn, Zoolog. Institut.
Heinersdorff, C., Teilhaber der Pianofortefabrik R. Ibach u. Sohn, Düsseldorf, Bleichstr. 23.
Helfer, H., Dr., Berlin-Lichterfelde, Wilhelmstr. 42.
Hendriksen, W., Apotheker, Cleve, Hagsche Str.
Henke, Dr. phil., Geologe, Siegen, Burgstr. 7.
Henry, Joh., Rechtsanwalt, Bonn, Schillerstr. 12.
Henry, C., Rentner, Bonn, Schillerstr. 12.
Herbst, R., Rentner, Wipperfürth.
Herfs, A., Dr., Zoologe, Leverkusen b. Köln, Kasino I.
Herrberg, K., Stud.-Rat, München-Gladbach, Barbarossastr. 29.
Hertel, E., Dr., Privatdozent, Bonn, Meckenheimer Allee 98.
Herz, Prof. Dr., Stud.-Rat, Dortmund, Wilhelmstr. 76.
Hense, Stud.-Rat, Osnabrück, Katharinenstr. 37.
Henseler, C., Lehrer, Düsseldorf, Fürstenwall 228.
Heselhaus, Fr., Dr., Pater, Godesberg, Plittersdorferstr. 37.
Heyer, M., Dr. med., Aachen, Wilhelmstr. 98.
Hoch, K., Lehrer, Bonn, Römerstr. 231.
Hofmann, E., Prof. Dr. med. et phil., Kassel, Landeskrankenhaus.
v. Hohenzollern, Se. Durchlaucht Prinz Albrecht, Namedy, Schloß.
Hohn, W., Lehrer, Eschweiler, Post Münstereifel.
Höppner, H., Oberschullehrer, Krefeld, Lohstr. 215.
Horion, Lehrer, Lützenkirchen b. Opladen.
Horion, Geistl. Rektor, Erkelenz-Tenholt.
Hottgenroth, O., Oberschullehrer, Velbert, Am Rosental 3.
Hirschfeld, K., stud. phil., Osnabrück, Neuer Graben 15c.
Huisgen, Dr. med., Chefarzt des Krankenhauses in Gerolstein in der Eifel.
Hülsmann, F., Lehrer, Wasserkurl, Post Kurl, Kr. Dortmund.
Hufschmidt, H., Düsseldorf-Holthausen, Düsseldorferstr. 313.
Husemann, W., Seminarstud.-Rat, Mettmann.

Ingenbrand, Lehrer, Windesheim, Kr. Kreuznach.
Iserlohe, G., Lehrer, Langendreer, Kr. Bochum, Stiftstr. 26/30.
Iven, H., Dr., Bonn, Botanisches Inst. d. Landw. Hochschule.

Janßen, E., Stud.-Rat, Cleve, Linden-Allee.
Jaworski, E., Prof. Dr., Bonn, Nußallee 2.
Joesten, Dipl.-Ing., Bergwerksdirektor, Mechernich (Eifel), In der Hardt 7.
Jongmanns, W. J., Direktor, Geologisch Bureau voor het Nederlandsche Myngebied, Heerlen, Akerstraat 86.
Josten, W., Stud.-Rat, Kirn a. d. Nahe, Teichweg 13.
Jeziorska, Frl. Dr., Stud.-Rätin, Cleve, Nassauer Allee 21.
Jung, R., Daun (Eifel).
Jungbluth, F. A., Dr., Studiendirektor, Rotterdam, Gedemote Vest 18, Deutsches Gymnasium.
Jüngst, O., Bergrat, Weidenau a. d. Sieg, Wilhelmstr. 1.
Junkermann, S., Bielefeld, Turnerstr. 11.

Kaiser, E., Prof. Dr., München, Alte Akademie, Neuhauserstraße 51.
Kastenholz, A., Bonn, Euskirchenerstr. 29.
Kersten, Dr., Veterinärrat, Wadern, Reg.-Bez. Trier.
Klein, E., Dr., Prof. der Biologie und Vorsteher der Staatlichen mikroskopischen Anstalt, Luxemburg, Äußerer Ring 20.
Klika, Jagomir, Dr., Dozent, Praha Kosíře 333.
Klingner, W., Stadtingenieur, Dortmund, Wenkerstr. 17.
Klinkenberg, G., Rektor, Kempen, Niederrhein.
Klockmann, Prof. Dr., Geh. Reg.-Rat, Aachen, Technische Hochschule.
Klumpen, Joh., Dr. phil., Oberschullehrer, Krefeld, Tannenstraße 58.
Klüppelberg, E., cand. geol., Essen, Kruppstr. 123 II.
Knorr, Lehrer, Erkelenz.
Knuth, H., Dr., Geologe, Bonn, Haydnstr. 49.
Kober, Oberschullehrer, Mülheim a. d. Ruhr, Borkestr. 35.
Koch, Prof. Dr., Godesberg, Römerstr. 6.
Koenen, O., Rechtsanwalt, Münster i. W., Stollbergstr. 11.
Koenig, A., Prof. Dr., Geh. Reg.-Rat, Bonn, Koblenzerstr. 164.
Koernicke, M., Prof. Dr., Bonn, Bot. Inst. der Landwirtsch. Hochschule.
Koep, Th., Dr., Stud.-Rat, Köln, Volksgartenstr. 24.
Kohlmann, Dr., Oberbergrat, Bonn, Lessingstr. 22.
Konen, Prof. Dr., Direktor des Phys. Inst. der Univ., Bonn, Nußallee 6.
Krames, K., Hauptlehrer, Kierdorf bei Euskirchen.
Krantz, Fr., Firma Dr., Rhein. Mineralienkontor, Bonn, Herwarthstr. 36.
Kraus, Th., Dr., Privatdozent, Geogr. Inst. d. Universität, Köln, Rolandstr. 89 I.
Krause, P., Prof. Dr., Landesgeologe, Eberswalde.
Krebs, K., Lehrer, Dahlhausen a. d. Ruhr, Bahnhofstr. 18.
Kremer, J., Prof. Dr., Münster i. W., Anat. Inst.
Kreuzberg, G., Dr., Studienrat, Köln, Dasselstr. 70.
Kriege, Th., Juwelier, Bielefeld.
Krusch, Prof. Dr., Präsident a. d. Geol. Landesanstalt, Berlin-Charlottenburg, Kaiserdamm 103/104.
Kruse, Dr., Stud.-Rat, Siegen, Obere Häuslingstr. 1.
Kuckelkorn, L., Dr. phil., Geologe, Köln, Friesenstr. 34.
Kukuk, Prof. Dr., Geologe und Leiter der geolog. Abteilung der Westf. Berggewerkskasse, Bochum, Bergstr. 135.
Kummer, L., Rechtsanwalt, Hennef/Sieg, Frankfurterstr. 59.
Kurtz, Prof. Dr., Düren, Dechant Vaaßenstr. 55.

Lagien, Lehrer, Kreuzweingarten.
Lauche, Prof. Dr. med., Bonn, Meckenheimerstr. 43.
Laué, W., Geh. Reg.-Rat, Aarau, Schweiz, Laurenzenvorst. 27.
Laufhütte, H., Markscheider, Vermessungsrat, Recklinghausen.
Laven, Dr. med., Arzt, Köln, Mohrenstr. 2.
Leendertz, R., Fabrikant, Krefeld-Traar, Heilmannshof.
Lengersdorf, Fr., Rektor, Bonn, Luisenstr. 54.
Lennep, Realgymnasium und Realschule.
Lent, R., Oberförster i. R., Kassel, Weigelstr. 14 II.

Liebrecht, Wirkl. Geh. Oberbergrat u. Berghauptmann a. D., Oberbergamtsdirektor, Ingenheim a. d. Bergstraße.
Liebrecht, F., Dr., Geologe, Lippstadt.
Liesenhoff, Oberbergrat, Bonn, Haydnstr. 47.
Lieck, R., Lehrer, Galenberg, Post Wehr bei Brohl a. Rh.
Litt, P., Stud.-Rat, Cleve, Hohenzollernstr. 18.
Löbbert, W., Wattenscheid, Hochstr. 12.
Loch, M., Rektor, Mayen, Westbahnhofstr. 21.
Lorch, W., Dr., Stud.-Rat, Berlin-Schöneberg, Freyestr. 7 III.
Lorscheid, K., Lehrer, Merten, Landkr. Bonn.
Löscher, W., Dr., Oberstudiendirektor, Essen, Heinrichstr. 6.
Löser, Prof. Dr., Stud.-Rat, Dillingen a. d. Saar.
Lotz, H., Dr., Bergrat, Bezirksgeologe, Berlin-Dahlem, Ehrenbergstr. 17.
Ludwig, A., Dr., Stud.-Rat, Siegen, Sandstr. 30.
Lünschermann, F., Lehrer, Kirchlinde bei Dortmund, Wasserstr. 9.
Lüstner, Otto, Bibliothekar, Essen-Rüttenscheid, Cassarstr. 28.

Macco, A., Bergassessor a. D., Köln-Marienberg, Leyboldstr. 29.
Maey, Prof. Dr., Oberstudienrat, Bonn, Venusbergweg 16.
Maier, O., Diplom-Bergingenieur, Obercassel, Hauptstr.
Marquart, L., Dr., Aktien-Gesellschaft, Beuel.
Marschall, A., Rektor, Solingen, Blumenstr. 109.
Marx, P., Dipl.-Ing., Koblenz, Fischelstr. 26.
van Megeren, G., Lehrer, Vimwegen bei Cornelimünster.
Meinardus, Prof. Dr., Göttingen, Grüner Weg 2.
Mellingen, M., Lehrer, Hanau, Bruchköbeler Landstr. 24 I.
Menke, H. Wilh., Dr., Stud.-Rat, Pfaffendorf bei Koblenz, Emserstr. 120.
Merker, Konrektor, Sterkrade, Brüderstr. 47.
Mestwerth, Prof. Dr., Bezirksgeologe, Berlin-Steglitz, Mittelstraße 22.
Meyer, Gottfr., Stud.-Rat, Düsseldorf, Scharnhorststr.
Meyer, H., Dr., Höchst a. M., Sindlingen am Wasserwerk.
Mevius, Prof. Dr., Münster i. W., Stolbergstr. 5 I.
Michels, Fr. X., Dipl.-Ing., Niedermendig.
Minrath, A., Konrektorin, Bonn-Poppelsdorf, Clemens-Auguststraße 66.
Monke, H., Dr., Berlin-Wilmersdorf, Jenaerstr. 7.
Mosblech, H., Lehrer, Köln-Ehrenfeld, Siemensstr. 45.
Müller, Jul., Dr., Stud.-Rat, Velbert (Rhld.), Poststr. 96.
Müller, R., Dr. med. et phil., Elberfeld, Dorotheenstr. 7.
Müller, Fr., Rektor, Dülken.
Müller-Reinhardt, J., Dr., Stud.-Rat, Cleve, Im Ossack 3.

v. Negri, K. Ph., Freiherr, Zweibrüggen bei Geilenkirchen.
Neubaur, Fr., Dr., Assistent am Reichsinstitut Alexander König, Bonn, Argelanderstr. 122.
Neuhoff, K., Stud.-Rat, Honnef, Luisenstr. 23.
Nießen, J., Prof., Bonn, Ahrstr. 5.
Niemann, H., Stud.-Assessor, Beuel, Rathausstr. 50.
Niemeyer, Dr., Bernkastel-Cues, Biolog. Reichsanstalt.

Oberkirch, K., Lehrer, Essen-Borbeck, Germanenstr. 245.
Oberheidt, Frl. K., Bochum-Weitmer, Hattingerstr. 247.

Oostingh, C. H., Dr., Geologe a. d. Deli-Proofstation, Niederl. Indien, Medan (Deli), Sumatra, Manggalaan 28.
Opladen, H., Stud.-Rat, Benrath a. Rh., Realgymnasium.
Overzier, H., Dr., Arzt für innere Krankheiten, Köln, Salierring 14.
Paekelmann, W., Dr., Bezirksgeologe, Berlin N 4, Chausseestraße 115.
Pelz, Br., Lehrer, Osterfeld, Feldstr. 23.
Petry, W., Lehrer, Bad Kreuznach, Gustav Pfarriusstr. 37.
Pennigroth, O., Stud.-Rat, Kirn a. d. Nahe.
Philippson, A., Prof. Dr., Geh. Reg.-Rat, Bonn, Königstr. 1.
Pfeiffer, A., Dr., Düsseldorf, Degerstr. 25.
Pfeiffer, P., Prof. Dr., Direktor des Chem. Inst. der Univ. Bonn, Meckenheimer Allee 98.
Pflüger, A., Prof. Dr., Bonn, Joachimstr. 5.
Plettenberg, K., Lehrer, Schwelm i. W.
Pick, Dr., Studiendirektor d. Landwirtschaftsschule, Cleve.
Pipping, Leop., Düsseldorf, Karl Antonstr. 15.
Poelmann, Prof. Dr., Münster, Gertrudenstr. 18.
Pohl, O. Eug., Privatgelehrter, Gladbeck i. W., Johannesstr. 6.
Preuß, Dr., Senator u. Stadtschulrat, Osnabrück, Heinrichstr.
Pruskowsky, P., Brühl, Hermannstr. 14.
Puhlmann, E., Museumsleiter, Krefeld.
Quaas, A., Dr., Ligneuville, Kr. Malmedy.
Quast, P., Dr., München, Mathildenstr. 2 a.
Rahm, Stud.-Rat, Leiter d. höheren Knabenschule, Gerolstein, Eifel.
Rauff, Herm., Prof. Dr., Geh. Bergrat, Staatl. preuß. Bergakademie, Berlin-Charlottenburg, Leibnitzstr. 91.
Recht, H., Prof. Dr., Bliesheim, Kr. Euskirchen.
Reichensperger, Aug., Dr., Prof. der Zoologie, Bonn, Zoologisches Institut der Universität.
Reichrath, J., Schulleiter, Trier, Breitenstein 8.
Renker, Gust., Papierfabrikant, Düren, Nideggenstr.
Rensing, Prof. Dr., Generaldirektor, Anholt i. W.
Reuling, H. Th., Hanau a. M.
Rheinboldt, H., Prof. Dr., Bonn, Beringstr. 8.
Richarz, Ad., Dr., Spezialarzt f. orth. Chirurgie u. Röntgenkunde, Bonn, Kronprinzenstr. 3.
Rick, H., Stud.-Direktor, Cleve, Materborner Allee.
Richter, Rud., Prof. Dr., Frankfurt a. M.-Eschersheim, Keßlerstr. 9.
Richter, Max, Prof. Dr., Bonn, Geolog. Inst., Nußallee 2.
Riechen, Fr., Dr., Direktor d. chem. Untersuchungsamtes der Stadt Essen, Essen-Ruhr, Richard-Wagnerstr. 15.
Riede, Prof. Dr., Bonn, Katzenburgweg 1.
v. Rigal-Grünland, Freiherr Fr. M., Rittergutsbesitzer, Godesberg.
Riotte, Ch., Pater, Steyl bei Venlo, Missionshaus.
Rose, Dipl.-Ing., Direktor, Barmen, Uferstr. 14 II.
Roth, Fr., Dr., Stud.-Rat, Bonn, Oberrealschule, Humboldtstr.
Rupprecht, H., Bottrop i. W., Prosperstr. 63.
Rüschkamp, F., Pater, Prof. Dr., Bonn, Hofgartenstr. 9.
Rüsewald, K., Dr., Stud.-Rat, Wanne i. W., Kaiser Wilh.-Str.

Salchow, M., Apotheker, Köln, Paulstr. 18.
Sander, H., Pfarrer, Voerde, Reg.-Bez. Düsseldorf.
Schafmeister, Aloys, Lehrer, Werne, Kr. Bochum, Schillerstraße 58.
Schäfer, W., Dr., Stud.-Rat, Wanne-Eickel i. W., Annastr. 11.
Schäfer, W., Lehrer, Bottrop, Pfarrstr.
Schaffnit, Prof. Dr., Bonn, Nußallee 7.
Schanz, Oberberghauptmann, Berlin W 9, Leipzigerstr. 2.
Schauss, Rud., Dr., Stud.-Rat, Godesberg, Viktoriastr. 22.
Scheerer, Ign., Geh. Bergrat, Klausthal.
Scheffer, L., Dr., Bergassessor, Trier, Kochstr. 4 I.
Schenk, Prof. Dr., Halle a. d. Saale, Schillerstr. 7.
Scheuermann, Postrat, Dortmund, Kreuzstr. 37.
Schleicher, J., Lehrer, Witten, Körnerstr. 13.
Schlicher, Jos., Dr. phil. et theol., Kaplan, Köln, Am Zuckerberg 9.
Schlickum, Prof. Dr., Stud.-Rat, Köln, Rolandstr. 8.
Schlüter, W., Dr. jur., Berghauptmann, Bonn, Konviktstr. 2a.
Schmans, M., Castellaun, Hunsrück, Elektr. Werk.
Schmidt, Prof. Dr., Bezirksgeologe, Berlin N 4, Invalidenstr. 44.
Schmidt, E. D., Bonn, Meckenheimer Allee 12.
Schmidt, P., Lehrer, Köln-Lindenthal, Classen-Kappelmannstraße 5.
Schmidt, W. J., Prof., Gießen, Zool. Inst. der Universität.
Schmidt, W., Stud.-Rat, Köln, Am Römerturm 27.
Schmitz, Herm., Pater S. J., Aachen, Kurbrunnenstr. 42.
Schmitz, P., Rektor, Calcar, Niederrhein.
Schneider, W., Rektor, Friedrichsfeld bei Wesel.
Scholl, Lehrer, Büdesheim bei Gerolstein.
Schonauer, Hauptlehrer i. R., Bonn, Angelbisstr.
Schöneshöfer, H., Troisdorf, Viktoriastr. 5.
Schreiber, P., Lehrer, Godesberg-Friesdorf, Annabergerstr.
Schulze-Kump, E., Lehrerin an der höh. Töchterschule, Kamen i. W., Markt 25.
Schulz, P., Bergrat, Koblenz, Oberwerth 1.
Schulz, K., Dr., Stud.-Rat, Barmen, Bismarckstr.
Schulz, O., Bergassessor, Buer i. W., Essenerstr. 190.
Schumacher, A., Lehrer, Waldbröl.
Schwarz, Bergassessor, Essen, Brunnenstr. 20.
Schwickerath, Dr., Stud.-Rat, Aachen, Goethestr. 25.
Schwippert, E., Hauptschriftleiter, Bonn, Wesselstr.
Scotti, P., Dr., Bergrat, Bad Grund, Harz.
Semper, M., Prof. Dr., Aachen, Bachstr. 34.
Seibert, W., Optiker, Wetzlar.
Simon, Siegfried V., Prof. Dr., Bonn, Poppelsdorfer Schloß.
Solle, Gerh., Koblenz, Seb. Bachstr. 18.
Söntgerath, J., Konrektor, Siegburg, Siegstr. 83.
Spethmann, Dr., Essen, Bergbau-Verein.
Spriesterbach, J., Dr., Rektor, Remscheid-Reinshagen, Freiheitstr. 32a.
Stähler, Generaldirektor, Gleiwitz, Niederwallstr. 24.
Statz, G., Lehrer, Köln, Karolingerring 30.
Steeger, A., Dr., Krefeld, Nordstr. 3.
Steeg, C., Lehrer, Obercassel bei Bonn.

Stehn, E., Dr., Geolog., Bandoeng, Java.
Strempel, Prof. Dr., Direktor des Zool. Instituts der Universität, Münster, Gertrudenstr. 31.
Stenzel, Techn. Assistentin, Cleve, Linde 23, Evang. Lyzeum.
Steuer, Prof. Dr., Geh. Bergrat, Darmstadt, Grüner Weg 20.
Steussloff, H., Dr., Gelsenkirchen, Am Stadtgraben 8.
Stille, Prof. Dr., Direktor des Miner. u. Geolog. Instituts d. Universität, Göttingen, Herzberger Landstr. 55.
Stöcker, Oberbergamtsdirektor i. R., Mülheim a. d. Ruhr, Speldorf, Duisburgerstr. 452.
Stockhausen, H., Ohlenberg bei Linz a. Rh.
Stoppenbrink, Fr., Dr., Stud.-Rat, Wandsbeck, Antonstr. 53.
Stork, H., Lehrer, Duisburg-Meiderich, Walzstr. 4.
Stratmann, E., Hönningen a. Rh.
Strempel, Prof. Dr., Bonn, Universitäts-Hautklinik.
Stüve, Dr., Sanitätsrat, Osnabrück, Wielandstr. 5.
Teske, Joh., Lehrer, Morsbach, Kr. Waldbröl.
Thienemann, Prof. Dr., Leiter der Hydrobiologischen Anstalt, Plön, Holstein.
Thieme, Stud.-Rat, Bochum, Königsallee 48.
Thorbecke, Prof. Dr., Köln, Ubierring 26/28.
Thömmes, Lehrer, Iversheim, Kr. Euskirchen.
Thüner, Ant., Lehrer, Bendorf a. Rh.
Thyssen, Paul, Köln-Holweide, Rotkäppchenweg 5.
Tilmann, Prof. Dr., Bonn, Bennauerstr. 39.
Treue, Oberbergamtsdirektor a. D., Bonn, Lessingstr.
Vogel, H., Berghauptmann, Oberbergamtsdirektor a. D., Bonn, Drachenfelsstr. 12.
Vogel, Rud., Bergrat, Bonn, Drachenfelsstr. 12.
Voigt, H., Dr., Argelanderstr. 31.
Waibel, Prof. Dr., Bonn, Kreuzbergweg 5.
Waldschmidt, H., Prof. Dr., Bad Wildungen, Brunnenstr. 31.
Walter, Dr., Direktor der Landwirtsch. Schule, Dortmund, Sonnenstr. 100.
Wandesleben, H., Geh. Bergrat, Oberbergrat a. D., Bonn, Kaiserstr. 39.
Wanner, Prof. Dr., Bonn, Geol. Institut, Nußallee 2.
Weber, Dr. Bergrat, Halle a. d. S., Riebukstr., Montanwerke.
Wefelscheid, H., Dr., Ober-Stud.-Rat, Essen-Bredeney, Bismarckplatz.
Wegner, Prof. Dr., Münster, Geol. Institut, Pferdegasse 6.
Weidenmüller, F., Staatl. vereidigter Landmesser u. Kultur-Ingenieur, Opladen, Schillerstr. 4.
Wershoven, Albert, Gemünd, Eifel.
Wieler, A., Prof. Dr., Direktor des Bot. Inst. d. Techn. Hochschule, Aachen, Nizza-Allee 71.
Wiemann, D., Lehrer an der städt. Lateinschule, Meisenheim am Glan.
Wilckens, O., Prof. Dr., Bonn, Scharnhorststr. 4.
Willbrand, Lehrer, Essen, Schinkelstr. 57.
Willing, H., Bergassess., Grube Eisenhardt, Eisern, Kr. Siegen.
Winterfeld, Frz., Prof. Dr., Bonn, Goethestr. 19.
Wirtz, A., Stud.-Rat, Köln-Nippes, Kempenerstr. 283.
Wizinger, R., Dr., Bonn, Roonstr. 12 II.

Wörmann, Stadtschulrat, Dortmund, Heiligenweg 11.
Wunderlich, Ludwig, Dr., Direktor des Zoologischen Gartens, Köln-Riehl.
Wünn, Rechnungsrat, Kirn a. d. Nahe.
Wunstorf, Prof. Dr., Landesgeologe, Berlin-Charlottenburg, Dahlemerstr. 19.
Zänker, Rud., Lehrer, Hiesfeld, Niederrhein, Dickestr. 138.
Zepp, P., Prof. Dr., Bonn, Maarflach 4.
Ziegelmüller, Jos., Pater, Collegium Josephinum, Bonn, Kölnstr. 415.
Zillig, H., Dr., Direktor d. Biol. Reichsanstalt, Bernkastel-Cues.
Zimmermann, Prof. Dr., Bergrat, Berlin N 4, Invalidenstr. 44.
Zimmermann, Dr., Schulrat, Osnabrück.
Zöllner, Aug., Landesgeologe u. Bergrat an der Geol. Landesanstalt, Berlin NW 21, Dortmunderstr. 9.

Bibliotheken und Institute.

Aachen. Bibliothek der Technischen Hochschule.
— Naturwissenschaftl. Gesellschaft, Wilhelmstr. 47—49, z. H. Herrn F. Ney, Stephanstr. 61.
Ahrweiler. Provinzial-Lehranstalt für Weinbau, Obstbau und Landwirtschaft.
Andernach. Archiv der Stadt.
— Heimschule am Laacher See.
Barmen. Naturwiss. Verein, z. H. Dr. Hamacher, Seydlitzstr. 9.
— Deutsche Oberschule, Siegerstr.
— Städt. Museum, Schafbrückenstr. 12.
Benrath. Lyzeum.
Bensberg. Verein „Alt-Bensberg", Herrn Studienrat Dr. Hovenbitzer.
Berleburg i. W. Realschule.
Berlin. Geol. und Paläontologisches Institut und Museum der Universität.
— NW 7. Preuß. Staatsbibliothek, Unter den Linden 38.
Berlin-Charlottenburg. Bibliothek der Technischen Hochschule.
Bielefeld. Gymnasialbibliothek.
— Naturwiss. Verein, Stadtbücherei, Altes Rathaus.
Bocholt. Städtisches Gymnasium.
Bonn. Bücher- und Lesehalle.
— Geolog. u. Paläontolog. Institut der Universität.
— Geographisches Institut der Universität Bonn.
— Mineralog. Institut der Universität, Poppelsdorfer Schloß.
— Oberbergamt.
— Pädagogische Akademie, Wilhelmstr. 34.
— Stadtbibliothek.
— Städt. Gymnasium und Realgymnasium.
— Städt. Oberlyzeum mit Studienanstalt, Loëstr.
— Universitätsbibliothek.
— Zoolog. u. Vergl. Anat. Institut der Universität.
Bonn-Poppelsdorf. Landwirtschaftliche Hochschule, Meckenheimer Allee 102.

Bottrop. Oberlyzeum.
Breslau. Oberbergamt.
Charlottenburg. Geolog. paläont. Institut d. Techn. Hochschule, Abt. für Bergbau, Berlinerstr. 170.
Dortmund. Chemisches Institut der Oberrealschule.
— Naturw. Verein, Herrn Prof. Dr. Herz, Wilhelmstr. 76.
— Stadt-Bibliothek, Markt 16.
Duisburg. Staatliches Gymnasium.
Düren. Städt. Oberlyzeum.
Düsseldorf. Landeshauptmann der Rheinprovinz.
— Staatliches Hohenzollern-Gymnasium.
Düsseldorf-Oberkassel. Naturwiss. Verein, Herrn Dr. Georg Aulmann, Achillesstr. 6.
Elberfeld. Naturwiss. Verein, z. H. Herrn Stud.-Rat Henkel, Oberrealschule (Süd).
— Oberrealschule (Süd), Weststr. 7.
Essen. Bibliothek des Städt. Museums für Natur- und Völkerkunde.
— Stadtbibliothek, Chausseestr. 12.
— Verein für die bergbaulichen Interessen im Oberbergamtsbezirk Dortmund.
Gerolstein (Eifel). Bibliothek der Höheren Knabenschule.
Gummersbach. Oberrealschule.
Hagen. Albrecht Dürer-Gymnasium.
Hamm. Städtisches Gustav-Lübecke-Museum.
Hersel b. Bonn. Oberlyzeum, z. H. Schw. Susanna Ballof.
Koblenz. Naturwiss. Verein (Herrn Stud.-Rat Dr. Mordziol).
— Staatl. Augusta-Gymnasium.
Köln. Bibliothek d. Vereins zur Förderung d. Museums für Naturkunde, z. H. Herrn Prof. Dr. Janson, Köln, Stapelhaus.
— Geogr. Inst. der Universität, Claudiusstr. 1.
— Geolog.-miner. Institut der Universität, Severinswall 38.
— Rheinisches Braunkohlensyndikat, Apostelkloster 21—25.
— Staatliches kath. Gymnasium an der Apostelkirche.
— Städt. Handels-Realschule, Hansaring 56.
— Universitäts- und Stadtbibliothek, Claudiusstr. 1.
— Zentralinstitut für Erz. u. Unterricht, Zweiganstalt, Frankstraße 24.
Köln-Ehrenfeld. Verein für Natur- und Heimatkunde (Herrn Hubert Peltzer), Eichendorfstr. 16.
Klausthal. Oberbergamt.
Krefeld, Naturwiss. Verein (Herrn Dr. Keiper), Leyentalstraße 77.
Langendreer, Realgymnasium (Lehrer-Bibliothek).
Leipzig. Deutsche Bücherei des Börsenvereins, Straße vom 18. u. 19. Oktober Nr. 89.
Lennep. Realgymnasium und Realschule.
Linz. Staatl. Gymnasium.
Lippstadt i. W. Naturw. Verein, Herrn Heinr. Gödde, Luchtenstraße.
Lüdenscheid i. W. Zeppelin-Realgymnasium und Oberrealschule, Weststr. 48.
Marburg. Geolog. Institut der Universität.

Mayen. Bücherei des Eifelvereins.
Meisenheim. Verein für Heimatkunde (Herrn Major Hassinger).
Mörs. Naturwiss. Verein (Herrn Stud.-Rat Fr. Hauß, Hombergerstr. 7).
— Oberrealschule des Zweckverbandes.
Monschau. Städt. Realprogymnasium.
München-Gladbach. Bibliothek des Museums (Herrn Prof. Dr. Brockmeier).
Münster i. W. Universitäts-Bibliothek, Prinzipalmarkt, d. Buchhandlung Coppenrath.
Niedermendig. Abtei Maria Laach.
Neuwied. Stadt-Bibliothek.
— Verein für Naturkunde, Garten- und Obstbau (Herrn Stud.-Rat Dr. Meier).
Obercassel b. Bonn. Kalkuhlsche Oberrealschule.
Remagen. Maristen-Schulbrüder.
Recklinghausen. Staatl. Bergwerksdirektion.
Rheinhausen. Niederrheinische Realschule.
Rietberg i. W. Progymnasium.
Saarbrücken. Naturwissenschaftl. Gesellschaft a. d. Saar, Herrn Stud.-Rat Dr. Robert Häuser, Sophienstr. 10.
Schleiden (Eifel). Realprogymnasium.
Siegen. Staatl. Bergschule.
Siegburg. Städt. Lyzeum mit Frauenschule, Zeughausstr. 3.
Traben-Trarbach. Staatl. Gymnasium.
Trier. Augusta-Viktoria-Schule.
— Friedrich-Wilhelm-Gymnasium.
— Hindenburg-Realgymnasium und Realschule.
— Verein für Naturkunde, Herrn Ungeheuer, Frauenstr. 7.
Wanne. Realgymnasium.
Wetter (Ruhr). Städtische Realschule.
Wipperfürth. Städt. Gymnasium.

Bericht
über die ordentliche Hauptversammlung vom 10. bis 12. Juni 1930 zu Essen.

Die bereits für 1929 in Essen vorgesehene Hauptversammlung, die mit Rücksicht auf die Beanspruchung unserer Essener Mitglieder durch andere Tagungen verschoben wurde, fand in den Tagen vom 10.—12. Juni in den prächtigen Räumen des Folkwangmuseums statt. Leider entsprach der Besuch nicht den Erwartungen, trotz des reichen und anregenden Arbeitsplanes. Die Gründe hierfür liegen in der großen Zahl der verschiedensten Tagungen, die in der Pfingstwoche gleichzeitig veranstaltet wurden.

Die geschäftliche Sitzung eröffnete am Abend des 10. Juni der Vorsitzende, Herr Berghauptmann Vogel, mit der Begrüßung der Anwesenden. Herrn Museumsdirektor Dr. Kahrs, der leider durch Krankheit am Erscheinen verhindert war, und seinen Assistenten, den Herren Dr. Kroll und Dr. Keller, dankte der Vorsitzende für die mit größter Umsicht geleistete vorbereitende Arbeit. Sein Dank galt auch der Stadtverwaltung und der Direktion des Folkwangmuseums. Herr Berghauptmann Vogel wies dann noch auf die reichen Arbeitsgebiete des Vereins hin, auf die wertvollen Sammlungen, deren Material vielfach von Forschern benutzt wird, und schließlich auf die Notwendigkeit, einen Teil der Sammlung im Heimatmuseum zu verwenden, um es weitgehend in den Dienst der Volks- und Jugendbildung zu stellen. Alsdann gedachte er der im Berichtsjahr verstorbenen Mitglieder. Er widmete besonders dem in Bad Kösen am Weihnachtsabend 1928 verstorbenen Professor Dr. Walter Voigt, der über 30 Jahre in vorbildlicher Arbeit und mit außerordentlicher Hingabe die Geschäfte des Vereins geführt hat, ein warmherziges Gedenken.

Sodann erstattete der Schriftführer, Prof. Dr. Zepp, den

Bericht über die Lage und die Tätigkeit des Vereins während des Jahres 1929.

Der wirtschaftliche Tiefstand, der weite Schichten unseres Volkes in bittere Not brachte und der sich in der starken Einschränkung der Ausgaben bei den staatlichen Stellen und den Städten auswirkt, sowie in der dauernd steigenden steuerlichen

Belastung des einzelnen, blieb auch auf unsere wissenschaftliche Arbeit nicht ohne Einfluß. Nicht nur sind bisherige finanzielle Unterstützungen stark verringert oder eingestellt worden, sondern auch eine große Zahl unserer Mitglieder steht unter dem gewaltigen Druck; viele mußten die Mitgliedschaft aufgeben, andere sind mit der Beitragszahlung im Rückstand.

1. Mitglieder. Die Zahl der ordentlichen Mitglieder betrug am

31. Dezember 1928	535
im Jahre 1929 traten aus	— 32
darunter 7 infolge Ablebens,	
im Jahre 1929 wurden neu aufgenommen . . .	+ 17
Bestand am 31. Dezember 1929	520
Zugang 1930	8
Bestand am Versammlungstage	528*)

Durch Werbearbeit muß versucht werden, die Zahl zu erhöhen. Zu diesem Zwecke schlägt der Vorstand vor, einen Werbeausschuß zu bilden, dem Mitglieder aus den verschiedenen Gegenden unseres Vereinsgebietes angehören sollen. Eine finanzielle Sicherung des Vereins ist nur dann zu erwarten, wenn die Mitgliederzahl erheblich gesteigert wird. Wenn bisher der Haushalt noch immer ins Gleichgewicht gebracht werden konnte, so verdanken wir dies den Beischüssen von Behörden und auch einzelner Mitglieder. Der Vorstand bittet also nochmals dringlich, Mitglieder zu werben, damit ein Hinabsinken des Umfangs und des wissenschaftlichen Niveaus unserer Schriften verhindert werden kann.

2. Bibliothek. Der Tauschverkehr vollzog sich innerhalb der normalen Grenzen. Leider sind bei etwa einem Dutzend Gesellschaften des Auslandes alle Bemühungen, den Verkehr wieder aufzunehmen, gescheitert. Bedauerlich bleibt, daß die Weiterführung wertvoller Serienschriften vorläufig unterbrochen ist.

Gegenwärtig stehen wir mit 322 Bibliotheken und Instituten im Austausch; von diesen sind rund 200 ausländische. Infolge seines Tauschverkehrs ist der Naturhistorische Verein die einzige Stelle in den Provinzen Rheinland und Westfalen, die über wertvolle und viel benutzte Spezial-Auslandliteratur verfügt. Die Wertschätzung seiner Veröffentlichungen, die durchweg nur heimatliche Fragen betreffen, zeigt sich in der großen Zahl von neuen Anträgen auf Tauschverkehr, von denen

*) Bis 1. März 1931 haben weitere 75 Mitglieder aus wirtschaftlichen Gründen die Mitgliedschaft aufgegeben.

nur wenige berücksichtigt werden konnten. Ohne Zugang von neuen Mitteln kann die Auflage unserer Veröffentlichungen nicht erhöht werden. Hinzugekommen sind seit 1926 nachstehend genannte Bibliotheken und Universitäten:

1. The Ohio State University, Columbus, Ohio, U. S. A.
2. The Bingham Oceanographic Collection, New Haven U. S. A.
3. Obras completas y Correspondencia cientifica de Florentino Ameghino, La Plata.
4. National Research Council, Tokio.
5. L'Université de l'Asie Central (U. S. S. R.), Taschkent.
6. Abisko Naturvetenskapliga Station, Stockholm.
7. Pommersche Naturforschende Gesellschaft, Stettin.
8. Naturforschende Gesellschaft, Schaffhausen.
9. Institut de Microbiologie et d'Epidemiologie de la Russie, Saratov.
10. Biologische Wolgastation, Saratov.
11. Institut des Recherches biologique de l'Université de Perm.
12. The Philippine Journal of Science, Manila.
13. Sociedad espanola de historia natural, Madrid.
14. Instituto de Anatomia, Lisboa.
15. New York State College of Agricultur, Ithaca, U. S. A.
16. Gesellschaft der Erdkunde, Berlin.
17. Botanischer Garten und botanisches Museum, Berlin.
18. Societé botanique de Bulgarie, Sofia.

Die Zahl der ungebundenen Bände in unserer Bücherei steigert sich von Jahr zu Jahr, an ordnungsmäßiges Binden ist vorläufig nicht zu denken. Das Autorenregister unserer Schriften von 1884 bis 1928 liegt als Manuskript fertig vor, konnte aber nicht im Druck erscheinen, weil die Mittel dazu fehlen.

3. Vereinsschriften. Der Band Verhandlungen für 1928 erschien als 85. Jahrgang in einem Umfange von 23 Bogen mit 12 Tafeln und 63 Textfiguren; fast denselben Umfang haben die zugehörigen Sitzungsberichte, die 20½ Bogen umfassen und denen 4 Tafeln und 35 Textabbildungen beigegeben wurden. Die Herausgabe des 86. Bandes der Verhandlungen verzögerte sich, doch wird mit Anfang Juli der Versand beginnen können.

Für die Beischüsse zu den Druckkosten und die allgemeine Verwaltung sei auch an dieser Stelle der Notgemeinschaft der deutschen Wissenschaft und der Stadt Bonn unser Dank gesagt. Ebenso danken wir dem Herrn Landeshauptmann und dem Provinzialausschusse der Rheinprovinz für die warmherzige Unterstützung unserer Arbeit.

4. Heimatmuseum. Die Förderung unseres Schaumuseums litt auch unter der Finanznot. Die Zuweisung von 500 Mk. seitens der Provinzialverwaltung wurde zur Herstellung eines Reliefs der Ahrlandschaft von Kreuzberg bis zum Mündungsgebiet benutzt. Der Besuch des Museums steigerte sich wesentlich; ca. 50 Schulklassen mit 1500 Schülern konnten, gestützt auf unsere Lehrführungen, das Museum in den Dienst des Unterrichts stellen. An 20 Sonntagen wurden vom Schriftführer Führungen für Vereine und besondere Besuchergruppen veranstaltet.

Den Mitarbeitern, den Herren Bergerhausen, Hoch, Lengersdorf und Lenzen, die Teilgebiete des Museums verwalten, spricht der Verein wärmsten Dank für ihre wertvolle Unterstützung aus.

5. Naturschutzarbeit. Wie in den Jahren vorher, wurde auch die Arbeit im Dienste des Naturschutzes fortgesetzt. Der Behörde wurden Denkschriften über die Teufelsley bei Hönningen an der Ahr, über das Eifgen- und Dhünntal, über das Lülsdorfer Wäldchen u. a. m. eingereicht; bei Prüfungen von Naturschutzbelangen war der Verein vielfach durch seine Fachleute beteiligt.

6. Forstbotanisches Merkbuch. Die Bearbeitung des Forstbotanischen Merkbuches für die Rheinprovinz nimmt erheblich mehr Zeit in Anspruch, als vorgesehen war. Teilweise ist das Manuskript fertig gestellt, doch dürfte noch einige Zeit vergehen, bevor das ganze Werk druckfertig vorliegt.

7. Sammlungen. Unsere Sammlungen wurden verwaltet von den Herren Andres und Lengersdorf. Letzterer trat an Stelle des verstorbenen Professors Voigt. Beiden Herren sei Dank gesagt.

Durch die Vermittlung des Herrn Paters Dr. Hopmann wurde das umfangreiche und wertvolle Herbar des Klosters Maria Laach uns als Geschenk überwiesen. Der Vorstand darf wohl im Auftrage der Hauptversammlung den Spendern Dank aussprechen.

8. Vermächtnis. Aus dem Nachlasse unseres Ehrenmitgliedes und langjährigen Schriftführers Professor Dr. Voigt erhielt der Verein laut Testament die Bibliothek, die reiche Sammlung von Sonderabzügen, sowie Präparate und naturwissenschaftliche Sammlungen mit den zugehörigen Schränken, Kästen und Gläsern. So hat der Verstorbene auch über den Tod hinaus dem Verein Wertvolles gegeben.

9. Rechnungsprüfung. In Vertretung des Schatzmeisters, Herrn Rechtsanwalt Henry, berichtete der Schriftführer über

die von den Herren C. Frings und K. Hoch geprüften und als richtig befundenen Kassenverhältnisse. Der Rechnungsabschluß weist trotz sparsamster Wirtschaft einen Verlust von 465.51 Mk. auf.

10. Nächstjährige Tagung. Als Tagungsort für 1931 wird nach dem Vorschlag von Herrn Professor Dr. Kukuk Bochum bestimmt.

11. Wahl der Rechnungsprüfer für 1931. Die vom Vorstand vorgeschlagenen Herren C. Frings und K. Hoch als Rechnungsprüfer für 1931 wurden von der Versammlung als solche bestätigt.

12. Ernennung von Ehrenmitgliedern. Einstimmige Annahme fand der Vorschlag des Vorstandes, Herrn Landeshauptmann Dr. Horion in Düsseldorf, Herrn Oberpräsident Dr. Fuchs in Koblenz und Herrn Professor Dr. Konen in Bonn zu Ehrenmitgliedern zu ernennen.

13. Neuwahl des Vorstandes. Nach dem Ausgang der Wahl setzt sich der Vorstand zusammen aus den Herren:

1. Berghauptmann Dr. Schlüter, Vorsitzender,
2. Professor Dr. Cloos, stellvertretender Vorsitzender,
3. Professor Dr. Zepp, Schriftführer,
4. Oberbergrat Dr. Kohlmann, stellvertretender Schriftführer,
5. Rechtsanwalt Johannes Henry, Schatzmeister.

Anschließend sprach Professor Zepp dem ausscheidenden Vorsitzenden Herrn Berghauptmann Vogel den Dank des Vereins aus:

Meine Damen und Herren!
Hochgeehrter Herr Berghauptmann!

Mit der Wahl eines neuen Vorsitzenden oder Präsidenten des Naturhistorischen Vereins scheiden Sie aus dem Amte, das Sie 25 Jahre hindurch verwaltet haben. Diesen Augenblick darf der Verein nicht vorübergehen lassen, ohne seinem langjährigen Führer zu danken.

Seit 1882, also bereits 48 Jahre, sind Sie Mitglied des Vereins, und schon in den ersten Jahren Ihrer Mitgliedschaft haben Sie an den Vereinsarbeiten, wie beispielsweise an der Bearbeitung der neuen Satzungen, regsten Anteil genommen. Das Vertrauen der Mitglieder zu Ihrer Kraft und Leistungsfreudigkeit hat dann im Jahre 1905 dazu geführt, daß Sie zum Vorsitzenden gewählt wurden.

Bei Durchsicht der Geschäftsberichte aus den ersten Jahren Ihrer Präsidentschaft findet der Berichterstatter überall die

Wirkungen Ihrer gewissenhaften und opferfreudigen Arbeit. Nicht nur werden die Jahresversammlungen anregender und mehr denn je ausgefüllt mit wertvollsten wissenschaftlichen Verhandlungen, auch die Mitgliederzahl steigt stark an und dadurch gewinnt der Gedanke der wissenschaftlichen Erforschung unseres Vereinsgebietes, der Provinzen Rheinland, Westfalen und des Regierungsbezirkes Osnabrück, wieder Kraft, und allenthalben entwickelt sich auf geologischen und biologischen Gebieten neues Leben innerhalb unserer Arbeitsaufgaben.

Viele Ihrer Pläne, so die Absicht, dem Vereine mit Zustimmung des preußischen Ministeriums ein neues Heim im Poppelsdorfer Schloß zu geben, in dem seine Bibliothek und seine Sammlungen reichlich Platz gefunden hätten und auch die Einrichtung von besonderen Forschungsabteilungen möglich gewesen wäre, zerschlug der Krieg mit seinen auch für die Wissenschaft unheilvollen Folgen. Was der Krieg verschont hatte, vernichtete die Inflation. Da die Vereinsschriften auch in den Nachkriegsjahren erscheinen mußten, um in der Zeit der größten Schwierigkeiten den Bestand des Vereins zu sichern und dessen Auslandverbindungen zu erhalten bzw. wieder herzustellen, wurde das über 100 000 Mk. betragende Barvermögen des Vereins, das bei der nachfolgenden Entwertung doch in nichts zerschmolzen wäre, diesen Zwecken geopfert. Und als die Vereinsmittel um 1920—21 nicht mehr zur Deckung der Unkosten ausreichten, als an eine Drucklegung der Arbeiten nicht mehr zu denken war, damit also die Gefahr der Auflösung des Vereins aufs neue auftauchte, haben Sie durch kostenlose Ueberweisung von 600 Sonderdrucken Ihrer Arbeit: „Vergleichende Betrachtungen über das Variskische Gebirge am Rhein und in Oberschlesien", die den Mitgliedern und auch den Bibliotheken zugestellt wurde, diese Gefahr beseitigt.

Fast unüberwindliche Schwierigkeiten brachten die Jahre 1923—24. Aber auch jetzt war es Ihnen, dank Ihrer Besonnenheit und Ihrer Führereigenschaften, möglich, den Verein über die schwersten Schläge hinwegzubringen und zu neuem Aufstieg zu führen.

Noch bleibt mir die Aufgabe, darauf hinzuweisen, daß Sie nicht nur zum Organisator des Vereins wurden und verwaltungsmäßig Hervorragendes leisteten, sondern daß Sie durch eigene Forschungen die Wissenschaft förderten. Eine Ihrer Arbeiten erwähnte ich bereits, eine weitere erschien in unserem Voigt-Festbande 1925, in der Sie Ihre Beobachtungen und Studien früherer Jahre fortentwickelten. Auch in unserem Bande Verhandlungen für 1929 sind Sie mit einem wertvollen Beitrag

vertreten: „Betrachtungen über zwei große Bruch- und Spaltensysteme der Erde und deren Einfluß auf die Gestaltung der Erdteile und Meere." Nur selten ist es dem Menschen vergönnt, in so hohem Alter — zählen Sie doch schon 74 Jahre — sich noch so intensiv mit wissenschaftlichen Problemen zu beschäftigen, wie es diese Arbeit aufzeigt. Sie weisen der Forschung neue Wege zum Studium der Fragen der Pol- und Aequatorwanderung und der damit zusammenhängenden Formung und Ausgestaltung unserer Kontinente und Meere.

Hochgeehrter Herr Berghauptmann!

Im Auftrage des Vorstandes und der heutigen Versammlung danke ich Ihnen für Ihr vorbildliches Wirken im Verein und damit der Förderung der rheinischen Wissenschaft im besonderen. Mögen Sie noch Jahrzehnte in körperlicher und geistiger Frische eines ungetrübten Daseins sich erfreuen; bewahren Sie Ihrem Vereine die Treue durch Rat und Tat, wenn auch ein Jüngerer an Ihre Stelle tritt.

Ihr vorbildliches und opferfreudiges Wirken kann der Verein nicht besser anerkennen, als daß ich hier den Antrag stelle, „Herrn Berghauptmann Vogel zum Ehrenvorsitzenden zu ernennen".

Der Antrag wurde von der Versammlung mit reichem Beifall einstimmig angenommen.

Der geschäftlichen Sitzung folgte der Vortrag von Herrn Dr. Keller:

Neuere Forschungen im Ruhroberkarbon.

Geologe Dr. phil. Gerh. Keller.

Ausgehend vom Karbongeologenkongreß 1927 in Heerlen gab der Vortragende einen Ueberblick über die neue stratigraphische Gliederung des Ruhroberkarbons. Im Ruhrbecken sind Unteres Oberkarbon (Namurium) und Mittleres Oberkarbon (Westfalium) zum Absatz gelangt. Dem Namurium gehört das gesamte, rund 1000 m mächtige Flözleere und der untere, 475 m mächtige Teil des Produktiven, auf den nach dem neueren Vorschlage von Oberste-Brink und Bärtling die Bezeichnung Magerkohlenschicht beschränkt wird, zu. Die Grenze zwischen Namurium und Westfalium hat Kukuk in engem Anschluß an den Kongreß in den marinen Horizont über der Sarnsbankflözgruppe gelegt. Die ehemalig zu der Magerkohle gerechneten Schichten von Sarnsbank aufwärts bis zur Fettkohle werden als Eßkohlenschichten abgegrenzt. Die untere Grenze der Fettkohlenschichten ist in

den marinen Horizont über Flöz Plaßhofsbank verlegt worden. Die Fettkohlenschichten schließen nach wie vor mit dem marinen Horizont über Flöz Katharina ab und werden zusammen mit den Eßkohlenschichten als Westfalium A abgetrennt. Das Westfalium B enthält die Gaskohlenschichten und die 400 m mächtige untere Hälfte der Gasflammkohlenschichten bis zum marinen Horizont über Flöz Aegir. Als Grenze zwischen den Gaskohlen- und Gasflammkohlenschichten gilt der Lingula-Horizont zwischen den Flözen L und M. Die Schichten über Flöz Aegir bis zu den jüngsten Flözen, die man früher den Gaskohlenschichten zurechnete, werden neuerdings als Flammkohlenschichten abgeschieden und dem Westfalium C zugerechnet. Die wichtigsten faunistischen, floristischen und petrographischen Horizonte des Ruhroberkarbons wurden angeführt und Pflanzen- und Tierwelt in ihren typischen Vertretern gezeigt.

Der zweite Teil der Ausführungen galt den genetischen Verhältnissen in der Subvaristischen Saumtiefe zur Oberkarbonzeit. Lehmann und im Anschluß an ihn Böttcher haben aus der Mächtigkeitsabnahme auf Sattelzonen zu und der Zunahme der Faltungsintensität nach der Tiefe eine Gleichzeitigkeit von Sedimentation und Faltung gefolgert. Das heutige Faltungsbild soll bereits während der Absenkung zum weit größten Teil entstanden sein. Wäre eine primäre Anlage des heutigen Gebirgsbaues auch in viel geringerem Maße der Fall, so müßten abhängig vom heutigen Sattel- und Muldenbau eine ganze Reihe von Erscheinungen auftreten.

1. Die Facies des Nebengesteins müßte abhängig vom Gebirgsbau sein, es müßte eine Sattel- und eine Muldenfacies geben.
2. Die Facies der Kohle müßte derart verteilt sein, daß die Faulschlammkohlen (Mattkohlen) vor allem in den Mulden aufträte, während auf den Sätteln die Bildungsmöglichkeit für Hochwaldkohle (Streifenkohle) wegen der geringeren Wassertiefe am günstigsten läge.
3. Unter den paläozoologischen Horizonten wäre zu erwarten, daß in der Anordnung der Süßwasserhorizonte eine Parallelität in Richtung des heutigen Faltenbildes aufträte.
4. Paläophytologische Horizonte wie Flözbildungen oder Pflanzenbänke müßten in ihrem Auftreten eine Abhängigkeit vom heutigen Gebirgsbau zeigen.
5. Die Mächtigkeitsverhältnisse müßten in Korrespondenz zu den heutigen Sätteln und Mulden auf den ersteren geringere, in den Mulden größere Mächtigkeiten aufweisen.

Oestlich von Essen wurden in einem 10×5 km und südlich von Langendreer in einem 9×1,5 km messenden Gebiete die an-

geführten Gesichtspunkte untertage verfolgt, und es ergab sich, daß:

1. weder eine Sattel- noch Muldenfacies auftritt, lediglich dort, wo äquivalente Schichtglieder durch große Mächtigkeit ausgezeichnet sind, ihre Ausbildung vorherrschend sandig, bei kleinen Mächtigkeiten tonig ist,
2. Streifenkohlenflöze auf Sattelkuppen in Mattkohle übergehen, oder ein Streifenkohlenflöz in einer Mulde durch ein Mattkohlenflöz auf einem benachbarten Sattel vertreten wird,
3. Süßwasserhorizonte auf Sättel und Mulden auftreten und sogar Wurzelbodenbildungen in einer anschließenden Mulde äquivalent sind,
4. durch Flözbildungen registrierte Verlandungen, Flözscharungen unabhängig vom Gebirgsbau auftreten.

Zusammenfassend ist zu sagen, daß eine Gleichzeitigkeit von Sedimentation und Faltung wenigstens für die näher bekannt gewordenen Gebiete abzulehnen ist. Es hat sich ergeben, daß im Raume der Subvaristischen Saumtiefe die Abwärtsbewegung nicht in allen Teilen gleich stark war, was z. T. auf flachwellige Verbiegungen (Undationen) zurückzuführen sein dürfte. Diese aber waren im Raume des Stockumer Hauptsattels, der Bochumer Mulde und am Wattenscheider Hauptsattel nicht derart, daß sie der späteren Faltung in irgend einer Weise den Weg gewiesen hätten.

Am zweiten Verhandlungstage fanden weitere wissenschaftliche Verhandlungen statt. Herr Professor Dr. Kurtz-Düren sprach: „Ueber die Leitgesteine der oberoligozänen Schotterflächen im Lahn- und Moselgebiet". Es wurden die Spuren der ältesten Flüsse im Rheinischen Schiefergebirge aufgedeckt durch das Bestimmen des Geröllinhalts im links- und rechtsrheinischen Gebietsteil. Lange Zeit vor der Entstehung der Kölner Bucht und des Neuwieder Beckens und auch vor der Bildung eines Rheintroges von Bingen nach Koblenz, bewegten sich über die damals nicht hoch über dem Meere gelegenen oberen Höhen von Eifel und Westerwald Flüsse, deren Herkunft und Strömungsrichtung an dem Vorhandensein gewisser von ihnen mitgebrachter Gerölle festgestellt werden kann. Die Untersuchungen ergaben einen Fluß aus dem Saar-Nahegebiet nach der unteren Lahn und dieser stromaufwärts folgend bis ins damalige Meer bei Gießen. Später erfolgte ein westliches Umschwenken des Flusses in die Linie Montabaur—Siegburg statt, schließlich noch eine weitere Drehung in die Lage untere Lahn—Ahrmündung—Euskirchen. Hier bei Euskirchen war das Zusammentreffen mit einem anderen Zweig des großen Urmoselstromes,

der von der Obermosel nach Manderscheid und über die noch nicht emporgehobene Eifel nach der oberen Ahr und nach Münstereifel führte.

Herr Studienrat Dr. Steusloff-Gelsenkirchen, berichtete aus seinem Forschungsgebiet über: Die Mollusken des letzten Periglazials (Lößfauna) im Ruhrland. Die jungdiluvialen Ablagerungen des Emscher- und Lippetales (Knochenkiese, Schnekkensande, kreuzgeschichtete Sande) enthalten eine nach oben immer stärker verarmende Schneckenfauna, so daß schließlich nur die auch im echten Löß des Gebietes vorhandene „Lößfauna" die Fluß-Sedimente erfüllt. Alle eigentlichen Flußmollusken fehlen in den kreuzgeschichteten Sanden. Diese auffällige Erscheinung wird gedeutet als die periglaziale Fernwirkung des Eises der letzten (3.) Vereisung, die den Ruhr-Lipperaum zwar nicht erreichte, ihn aber in eine kontinentale baumleere Lößsteppe umwandelte. Gegenüber dem schwäbischen Löß fehlen drei dort häufige Arten, die heute etwa an der Ostsee ihre nördliche Verbreitungsgrenze haben.

Herr Professor Dr. Brockmeier-Gladbach, legte eine Quarzitplatte vor, welche eine Reihe napfförmiger Vertiefungen aufwies und zeigte an Hand von Belegstücken, daß diese Vertiefungen auf verschwundene Schwefelkieskugeln zurückzuführen seien. In der Literatur werden derartige Geschiebe vom Orient bis Portugal angeführt und voreilig als Artefakte angesprochen (Zählvorrichtung, Spielgerät u. a. m.).

Den Schlußvortrag hielt Herr Studienrat Dr. Budde-Dortmund, über: Pollenanalytische Untersuchungen in westfälischen Mooren. Der Vortragende zeigte verschiedene Moorprofile aus dem Münsterland und dem Sauerland. Die Pollenuntersuchung ergab den postglazialen Wechsel des Waldbildes Westfalens. Es folgten nacheinander nach Rückzug des Eises eine Birkenzeit, dann eine Kiefernzeit, weiter eine Haselzeit, eine Eichenmischwaldzeit und schließlich eine Buchenzeit. Das Waldbild der Gegenwart ist kein natürliches mehr, sondern das Ergebnis des menschlichen Eingriffes.

Am Nachmittag des zweiten Tages besichtigte unter sachkundiger Führung eine Gruppe der Teilnehmer die Kruppsche Werkausstellung, eine zweite unternahm in Autobussen, die von der Stadtverwaltung gestellt waren, eine Rundfahrt durch das Stadtgebiet, bei der das industrielle, aber auch das neue und schöne Essen gezeigt wurde. Gegen Abend wurde im Sitzungssaale des Folkwangmuseums vom Verein für bergbauliche Interessen der Ruhrkohlenfilm vorgeführt, zu dem Herr Bergassessor Goethe erläuternde Worte sprach.

Exkursionen.

Am nächsten Tage fanden zwei größere Exkursionen statt. Die botanische Exkursion ging unter Führung von Herrn Studienrat Dr. Julius Müller-Velbert durch das botanisch eigenartige Vogelsangbachtal nach Hofermühle und schließlich zum Sumpfwald bei Eggerscheidt.

Bericht über die geologische Exkursion am 12. Juni 1930 gelegentlich der Hauptversammlung in Essen.

Die Exkursion, die Herr Dr. Keller leitete, führte durch das Gebiet der Meßtischblätter Kettwig und Velbert.

Durch die Exkursion sollten die stratigraphischen und tektonischen Verhältnisse des untersten Teiles des Produktiven Karbons gezeigt werden. Von Bahnhof Kettwig führte der Weg nordwärts nach den großen Steinbrüchen bei Mitzwinkel. Nach Süden einfallend, stehen hier die Sandsteinhorizonte unterhalb des nur 7 cm Kohle messenden Neuflözes an. Oberhalb von Neuflöz folgen 8 m Schieferton, die wiederum durch eine 25 m mächtige Sandsteinbank, die z. T. durch sehr grobes Korn ausgezeichnet ist (Wasserbankkonglomerat), von Flöz Dreckbank, dem unteren Begleitflöz von Flöz Wasserbank getrennt wird. Flöz Dreckbank ist am südlichen Ende der Brücke als hangendste Partie eingemuldet. Auf dem Südflügel der Mulde wiederholen sich die Schichten, die nach Uebersteigen eines Luftsattels noch einmal am Bahnhof Kettwig und in der östlichen Verlängerung von dieser Stelle bei Haus Oefte mit südlichem Einfallen auftreten. Der Sandstein unterhalb von Neuflöz enthält an der Straße von Oefte nach Werden Quarzitbänke, wie sie schon Bärtling in gleicher stratigraphischer Lage bei Witten beobachten konnte.

Unterhalb des Niveaus von Hinnebecke—Besserdich, welches an die Unterkante des Sandsteines unter Neuflöz zu legen sein dürfte, treten in der Kettwiger Gegend leitende Sandsteinbänke (z. B. Sengsbankkonglomerat), wie sie in mittleren und östlichen Teilen des südlichen Ruhrgebietes vorhanden sind, nicht auf, so daß die Annahme berechtigt zu sein scheint, daß die Facies des Flözleeren in den westlichen Gegenden im Profil höher hinaufreicht.

Auch das Wasserbankkonglomerat verliert in ähnlicher Weise nach Westen mehr und mehr an Korngröße. Während auf dem Meßtischblatt Hattingen noch große Gerölle in ihm vorkommen, fand sich in den besuchten Aufschlüssen nur ein grobkörniger Sandstein.

Das Auftreten der verschiedenen Terrassen, insbesondere der Haupterrasse, die bei Haus Schuir einen weiten Bogen nach Norden beschreibt, wurde im Anschluß an Breddin vom südlichen Ruhrufer, östlich von Haus Oefte erläutert.

Der tektonisch verwickelt aufgebaute Pastoratsberg und die Altenburg wurden begangen. Der Sutan, die bekannte große Ueberschiebung, löst sich hier in 3 Teilüberschiebungen auf, wodurch der Sandstein im Hangenden vom Hauptflöz, der über sich die Schieferbankflöze mit einem marinen Horizont trägt, dreimal am Nordhang des Pastoratsberges wiederkehrt. In dem durch Roth bekanntgewordenen Aufschluß hinter der ehemaligen Brauerei an der Straße Werden—Kettwig ist der Sandstein mit den Schieferbankflözchen und der Horizont, in dem nach kurzem Suchen ein Gastriozeras sich fand, aufgeschlossen. Derselbe Sandstein bildet die Höhen des Pastoratsberges und der Altenburg. An der Südwestecke der Altenburg am Peperbach konnten noch einmal Neuflöz und Teile des Wasserbankkonglomerates, die gestört liegen, gezeigt werden. Unsicher mußte bis jetzt die stratigraphische Stellung des Sandsteines bleiben, der östlich des Peperbaches parallel zu diesem verläuft. Bei der Zeche Pauline fand sich der nach Süden einfallende Sandstein im Liegenden der Sarnsbankflöze in sehr grobkörniger Ausbildung vor. Die Schichtfolge bis zum Finefraukonglomerat, welches den Muldenkern bildet, wurde nach Süden durchquert. Die mächtigen, zum Teil grobkörnigen Sandsteinkomplexe über und unter Flöz Mausegatt treten am Ostrande des Peperbachtales felsbildend auf. Der Ausstrich des Flözes Geitling war an den Pingen, den Zeugen ehemaliger bergmännischer Tätigkeit zu verfolgen. Die Konglomeratlagen des Finefraukonglomerates, die sich auf den unteren Teil der 30 m mächtigen Folge beschränken, treten nördlich des Kuhlemanns-Weges in kleinen Felsen zutage.

Die rund 500 m mächtigen Schichten, die unterhalb von Flöz Sarnsbank dem Namurium angehören und als Magerkohlenschichten bezeichnet werden, sowie die Eßkohlenschichten oberhalb desselben Flözes bis zum Finefraukonglomerat wurden im einzelnen gezeigt, auch die Ruhrterrassen wurden berücksichtigt.

Zwischendurch konnten die Anlagen einer aus der Zeit 700 nach Christi stammenden Fliehburg auf der Altenburg und am Pastoratsberg, die vom Museum der Stadt Essen ausgegraben wurden, gezeigt werden.

Aufsätze.

Die Entwicklung der Protonemata und die Anlage der Stämmchen bei einigen Laubmoosen.

Von **Karoline Oberheidt,** Linden (Ruhr).

(Mit 12 Seitenfiguren und 3 Abbildungen im Text.)

Inhalt.

	Seite
A. Ziel der Arbeit	2
B. Historisches	2
C. Technisches	7
I. Kulturmethoden	7
II. Herstellung der Präparate	11
III. Zeichnungen	14
D. Eigene Untersuchungen an Protonemata und Moosstämmchenknospen	15
I. Allgemeine Bemerkungen über die untersuchten Moose	15
II. Untersuchungen an einzelnen Moosen	19
1. *Ceratodon purpureus* (L.) Brid.	19
2. *Bartramia pomiformis* Hedw.	29
3. *Bryum caespiticium* L.	32
4. *Pohlia nutans* Lindb.	33
5. *Leptobryum piriforme* (L.) Schpr.	34
6. *Funaria hygrometrica* (L.) Sibth.	36
7. *Grimmia pulvinata* (L.) Smith.	40
8. *Grimmia apocarpa* (L.) Hedw.	42
9. *Mnium hornum* L.	43
10. *Tortula muralis* (L.) Hedw.	44
11. *Polytrichum formosum* Hedw.	45
12. *Georgia pellucida* (L.) Rabenh.	46
III. Zusammenfassung	49
E. Literatur	52

A. Ziel der Arbeit.

Ueber einen Versuch, die Keimungen der Sporen verschiedener Laubmoosarten zu beobachten und das Wachstum der entstehenden Protonemata im einzelnen zu verfolgen, soll in der vorliegenden Arbeit berichtet werden. Zwar sind schon häufig, namentlich während der letzten fünfzig Jahre, junge Protonemata beschrieben worden, aber es hat bisher — außer Dening — kein einziger Autor ein und dasselbe Protonema in seinem Wachstum fortlaufend beobachtet und zu verschiedenen Zeiten gezeichnet, wodurch allein man z. B. sicher feststellen kann, ob ein Seitenfaden wirklich am Ende einer Zelle entstanden ist oder ob sich nicht nachträglich oberhalb seiner Basis eine Querwand gebildet hat, wodurch der Anschein erweckt wird, als ob der Seitenfaden aus dem apicalen Ende der Zelle hervorbräche. Ich habe daher in der Hauptsache meine Untersuchungen bei einer bestimmten Art an demselben wachsenden Protonema angestellt und es zum Vergleiche an aufeinanderfolgenden Tagen gezeichnet.

Die zweite Hauptaufgabe dieser Arbeit ist die, die Entstehung der Moosstämmchenknospe und ihr Wachstum zu verfolgen. Seit Leitgeb ist häufig über ältere und sich entwickelnde Moosblätter und Moosstämmchen gearbeitet worden. Keiner der Autoren — mit Ausnahme von Dening — aber hat die Anatomie der Knospe an Schnitten beschrieben. Ich habe mich bemüht, diese Lücke in der Anatomie des Moosstämmchens, soweit ich konnte, auszufüllen, indem ich zwei Moose sowohl während ihres Wachstums, als auch an Schnittserien untersuchte.

B. Historisches.

Laubmoose und ihre ersten Keimstadien sind häufig beschrieben worden. Nach Agardh (Seite 393) war Stählin (1724) der erste, welcher aus Moossporen Stämmchen zog. Später verwendeten nach Agardh (Seite 393) und S. O. Lindberg (Seite 3, 4) J. Hill (1762) und David

Meese (1768) den Inhalt der Mooskapseln zur Aussaat. Ehrhart (1781) gebrauchte bereits den Ausdruck „Sporen". Richtig gedeutet wurden diese Gebilde aber erst von Hedwig (1782). Er zog aus ihnen Moose. Sein Werk enthält Abbildungen junger Protonemata von *Funaria hygrometrica* (L.) Sibth. mit je einem chlorophyllarmen Faden, den die Sporenzelle entsendet. Er nannte die Laubmoossporen „Samen", den chlorophyllarmen Faden, der bei der Keimung der Spore von *Funaria hygrometrica* (L.) Sibth. auftreten kann, „Radicula" und die chlorophyllhaltigen Keimschläuche, die bei der Keimung sichtbar werden, „Cotyledonen". Hedwig nahm an, daß jede Moosspore nur eine Moosstämmchenknospe hervorbringen könnte. Cassebeer (1823) gebrauchte ebenfalls die Bezeichnung „Samen" für Laubmoossporen, hielt aber den chlorophyllarmen Faden und den chlorophyllhaltigen Keimschlauch nicht mehr für Homologa der Radicula und des Cotyledons der höheren Pflanzen. Man nannte damals allgemein die Protonemata wegen ihrer Aehnlichkeit mit gewissen Algen „confervoide Fäden". Cassebeer bewies zum ersten Male experimentell, daß aus den Sporen einer Moosart nur diese selbst und keine andere entstehen kann. Er fand, daß das Aussehen der Protonemata nicht nur durch die Art der zur Keimung verwendeten „Samen", sondern auch durch äußere Einflüsse bedingt wird. Er bemerkte, daß die „confervoiden Fäden" in Wasser üppiger gediehen als in einem trockeneren Medium und nicht über das Protonemastadium hinauskamen, wenn sie im Wasser blieben. Aber obwohl er erkannte, daß zu jedem Laubmoose nur ein bestimmtes Protonema gehört, behielt er doch noch die einzelnen Confervennamen bei, die man vor seinen Untersuchungen für die Protonemata nach ihrem Aussehen, unabhängig von ihrer Herkunft, gewählt hatte. Cassebeer sowohl wie Nees von Esenbeck (1824) nahmen an, daß die Moosstämmchenknospen durch Verflechtung der „Confervenfäden" entständen. Agardh (1830—32) führte als Sammelnamen für die Confervenbezeichnungen der Moose den Ausdruck „Protonema" ein, der in Deutschland durch die Uebersetzung seines Lehrbuches und außerdem als „Protonema Agardh" durch Wallroth (1831) bekannt wurde. Einige Jahre später prägte dafür Bischoff (1836) den deutschen Namen „Vorkeim". Bischoff bezeichnete mit dem Worte „Wurzelhaare" die Gebilde, die heute als Stämmchenrhizoiden bekannt sind. Meyen (1839) bemerkte, daß die äußere Sporenhaut, wie er das Exospor

nannte, bei der Keimung reißt, und fand keine dafür bevorzugte Stelle. Den chlorophyllreichen Faden, der bei der Keimung aus der Spore entsteht, nannte er, wenn er noch verhältnismäßig klein war, den „Keimschlauch", wenn er größer wurde, den „Keimfaden", im Gegensatze zu den chlorophyllarmen Fäden, den „Wurzelhärchen". Meyen stellte bereits 1836 fest, daß einzelne Zellen der Luftfäden anschwellen und sich dann von ihren Nachbarzellen lösen können. 1839 gab er an, daß solcher Zerfall bei jedem Keimfaden eintreten kann. Schon vor Meyen müssen die Botaniker nach dessen Angaben (1839, Seite 403) die Annahme, daß die Moosstämmchenknospen durch Verflechtung der Protonemafäden entständen, aufgegeben haben. Meyen selbst hat die Entstehung einer Knospe nicht beobachtet und hält folgendes für möglich (1839, Seite 403): „Vielleicht schwillt die Basis des Keimschlauchs zu einem Knötchen an, welches sich nach oben in das Stämmchen verlängert." Die Arbeit von Schleiden (1843) zeigt gegenüber der von Meyen in bezug auf die Entwicklung des Protonema und der Entstehung der Knospe keinen Fortschritt. Schleiden nahm sogar im Gegensatze zu Meyen noch 1861 an, daß sie durch Verflechtung von Protonemafäden entstände. Nach Schleiden wächst das Moosblatt an seiner Basis. Nägeli (1845) bestätigte Meyens Vermutung, daß die Knospe aus einem einzigen Protonemafaden hervorgehe. Nach Nägeli besitzt nur die Spitzenzelle des Fadens die Fähigkeit, zu wachsen und sich zu teilen. Dagegen können nach seiner Meinung alle übrigen Zellen des Keimfadens, die er „sekundäre Zellen" nennt, seitliche Fortsätze bilden, die sich genau so wie der Hauptfaden verhalten. Nägeli fand, daß sich die Wände des in die Erde eindringenden Protonema bräunen. Nach seiner Ansicht, die der von Schleiden widerspricht, wachsen die Moosblätter nur an ihrer Spitze. Schimper (1848) gab die Keimdauer der Sporen von *Funaria hygrometrica* und die Zeit von ihrer Aussaat bis zur Knospenbildung an. Er untersuchte die Blattstellungen verschiedener Moose und fand, daß die $^1/_3$- in die $^3/_8$- und umgekehrt die $^3/_8$- in die $^1/_3$-Blattstellung übergehen kann und daß die Verhältnisse bei anderen Blattstellungen ähnlich liegen. Hofmeister (1851) stellte im Gegensatze zu Schleiden und Nägeli fest, daß das Moosblatt zuerst mit zweischneidiger Scheitelzelle wächst und dann eine Streckungszone an der Basis des Blattes auftritt. Er gab an, daß die Scheitelzelle des Stämmchens „dreiseitig pyramidal" oder nach dem heute gebräuch-

lichen Ausdruck „dreischneidig“ ist. Abweichend von Nägeli nahm er für den Seitenfaden des Protonema ein anderes Verhalten im Wachstum als für den Hauptfaden an. Er meinte, nur die Hauptfäden könnten Moosknospen hervorbringen. Hofmeister führte die Bezeichnung „Protonema“ wieder ein, ließ aber den von Wallroth hinzugefügten Namen Agardh fort. 1854 gab er als erster an, daß aus *Sphagnum*sporen eine einigermaßen einem *Anthoceros* gleichende Zellfläche entsteht. Hofmeister wie auch Gümbel (1854) bezeichneten mit „Vorkeim“ sowohl das Protonema der Moose, das bei der Keimung der Spore entsteht, wie das, welches aus Stämmchen hervorgeht. Sachs (1868) wendete für den bis dahin üblichen Ausdruck „Wurzelhärchen“ neben diesem die Bezeichnung „Rhizoid“ an und bildete zum ersten Male das Protonemablatt von *Georgia pellucida* (L.) Rabenh. (= *Tetraphis pellucida* Hedw.) ab. Berggren (1868) und, unabhängig von ihm, Kühn (1874) untersuchten die Keimung der *Andreaeaceen* und ihre eigenartigen Vorkeime. 1870 gab Berggren an, daß das Protonemablatt von *Georgia pellucida* mit einschneidiger Scheitelzelle wächst, daß später die aus ihr entstandenen Segmente durch perikline und antikline Wände gegliedert werden und daß die Moosstämmchenknospe durch Aufteilung einer Zelle aus dem Grunde des Protonemablattes in eine dreischneidige Scheitelzelle entsteht. H. Müller (Thurgau) (1874) nannte den aus der Spore entstandenen Vorkeim „primäres Protonema“ im Gegensatze zu dem, das aus Moosstämmchen hervorgeht und das man aus zerstückelten Stämmchen und Blättern erhalten kann. Er führte den Ausdruck „Moosknospe“ für das junge, am Protonema sich bildende Stämmchen ein (Seite 491). Nach seiner und der Sachs'schen Meinung haben die Querwände der Keimfäden dieselbe Neigung zueinander wie die Längswände im Scheitel, nur daß im Protonema die Querwände nicht aufeinandertreffen. Nach Müller (Thurgau) entsteht die dreischneidige Scheitelzelle einer „Moosknospe“ aus der Endzelle eines kurzen Seitenfadens. Er fand meistens sofort unterhalb der Scheitelzelle einen Protonemafaden, den er den „Blattvertreter“ nannte. Da er in seinen Kulturen gleichzeitig viele junge Stämmchen fand, nahm er an, daß sie auf ihrem ersten Stadium eine Zeitlang stehen blieben. Er sah, daß die aus den ersten Segmenten hervorgehenden Blätter sehr klein und rippenlos sind. 1887 zeigte Errera auf der 60. Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte zu Wiesbaden zum

ersten Male, daß die Querwände der Moosrhizoiden sohlenförmig gebogen sind. Während die Botaniker bis dahin hauptsächlich primäre Protonemata kultiviert hatten, fingen sie jetzt mehr und mehr an, „sekundäre", d. h. solche aus irgendwelchen Moosstämmchen-Stücken, zu ziehen. Diese Vorkeime werden nach den Pflanzenteilen benannt, denen sie ihre Entstehung verdanken. Z. B. heißen diejenigen, welche man aus Blättern gewinnt, „blattbürtige Protonemata". Goebel (1889) fand, daß sich in den Keimfäden zwischen zwei vorhandenen Querwänden nachträglich eine Wand einschieben kann. Er zog Vorkeime auf Agar-Agar. Diese Kulturmethode wurde in der folgenden Zeit von den Botanikern immer mehr bevorzugt. Klebs (1893) stellte fest, daß Protonemata, die durch Auswachsen von Blattzellen entstanden sind, schneller als primäre Protonemata zur Moosstämmchenbildung schreiten. Er beobachtete, daß Knospen sich nur dann bilden können, wenn Licht, das nicht unter eine bestimmte Intensität hinabsinken darf, auf die Protonemata einwirkt. Correns (1899) prägte — im Gegensatze zu den „Rhizoiden" von Müller (Thurgau) — den Ausdruck „Chloronema" für das chlorophyllhaltige Protonema. Er zog viele sekundäre Vorkeime und führte für ihre Brutkörper und Brutzellen und die Zellen, die sie von dem Protonema trennen, eine besondere Nomenklatur ein. Zederbauer (1902) zog primäre Protonemata und beschrieb deren junge Stämmchen. Giesenhagen (1905) fand, daß die Querwand des Protonemafadens und die des „Rhizoids" von Müller (Thurgau) stets senkrecht zur Richtung der Kernspindel stehen. In neuerer Zeit hat Janzen (1909, 1913) primäre Protonemata gezogen, um aus ihnen Moosstämmchen zu erhalten. Haberlandt (1918) untersuchte das Wachstum, die Verzweigung und Verflechtung der Stämmchenrhizoiden. Von den übrigen Botanikern von der Zeit von Müller (Thurgau) an, die sich mit Protonemata beschäftigten: Paul (1903), Becquerel (1906), Schöne (1906), Westerdijk (1907), Servettaz (1913), v. Ubisch (1913), Lampa (1915), Gurlitt (1918), Lesage (1918), Brown (1919), Pringsheim (1921), Vilhelm (1923), Patschovsky (1928) arbeiteten viele hauptsächlich physiologisch und sehr oft an sekundären Protonemata.

C. Technisches.

I. Kulturmethoden.

1. Behandlung der Mooskapseln und ihre Aufbewahrung.

Die zur Aussaat verwendeten Mooskapseln wurden ausnahmslos, wenn sie trocken und reif, aber noch nicht aufgesprungen waren, an ihrem Stiele abgeschnitten und in kleinen Vorratsgläschen aufgehoben, die etwa 1—2 Stunden bei 140° C. im Trockensterilisator erhitzt worden waren. Die Gläschen wurden mit einem Pfropfen aus keimfreier Watte verschlossen. Anfangs sterilisierte ich die zur Aussaat verwendeten Mooskapseln, ehe ich sie in die Vorratsgläschen brachte, indem ich sie kurz in 70%igen Alkohol eintauchte und dann auf Filtrierpapier trocknen ließ. Ich bemerkte jedoch bald, daß infolgedessen bei einem großen Teil der Sporen die Keimdauer verlangsamt wurde. Weiter fand ich, daß alle Kulturen, ob sie durch Aussaat von Sporen aus sterilisierten oder nicht keimfrei gemachten Kapseln gewonnen waren, gleichermaßen unter Pilzen zu leiden hatten. Daraufhin unterließ ich die Sterilisation der Kapseln.

2. Kultur der Moose.

a) Auf Agar-Agar-Nährplatten. Herstellung der Nährböden. Um die Entwicklung der Protonemata gut verfolgen zu können, zog ich sie auf Agar-Agar-Nährplatten, die ich auf folgende Weise herstellte. 15 g Stangen-Agar-Agar wurden in fließendem Leitungswasser abgewaschen und mindestens 24 Stunden lang in Wasser aufgeweicht, dann unter Zusatz von 1 Liter Nährlösung bis zum Zergehen des Agar-Agar gekocht. Als Nährlösung wählte ich:

1. den auf kaltem oder heißem Wege hergestellten Bodenauszug von Brandstellen im Walde, an denen sich *Funaria hygrometrica* befand,
2. die Nährlösung von Knop und
3. die von Arthur Meyer (in der von Hugo Fischer abgeänderten Form unter Zusatz von NH_4NO_3).

Die Nährlösungen enthielten folgende Salze in den angegebenen Mengen:

1. Nährlösung von Knop:

$Ca(NO_3)_2$	1,00 g
KCl	0,25 g
$MgSO_4 + 7\,H_2O$	0,25 g
KH_2PO_4	0,25 g
$Fe_2Cl_6 + 12\,H_2O$, davon eine Spur.	

2. Nährlösung von Arthur Meyer:

KH_2PO_4	1,00 g
NH_4NO_3	1,00 g
$MgSO_4 + 7\,H_2O$	0,30 g
$CaCl_2 + 6\,H_2O$	0,10 g
NaCl	0,10 g
$Fe_2Cl_6 + 12\,H_2O$	0,01 g

Statt des primären benutzte ich häufig das sekundäre Kaliumphosphat, ohne daß die dadurch bedingte Verschiedenheit der Nährlösungen sich im Wachstum der Kulturen gezeigt hätte.

Die Nährlösung nach Arthur Meyer wandte ich in drei Konzentrationen an. Die Lösung I enthielt die oben angegebene Salzmenge in 2 Litern, die Lösung II in 1 Liter und die Lösung III in $^1/_2$ Liter destilliertem Wasser.

Der gekochte Nähr-Agar-Agar wurde, wenn er noch heiß war, mit Hilfe einer Wasserstrahlpumpe durch mit heißem Wasser angefeuchtete Watte filtriert. Dadurch wurden die Diatomeen entfernt, die sich sonst später bei der Herstellung der Schnittserien der auf dem Agar-Agar an den Protonemata sich entwickelnden Moosstämmchenknospen unliebsam bemerkbar gemacht haben würden. Der filtrierte Agar-Agar wurde in kleine Rundkölbchen von 100 ccm Inhalt gegossen, die, mit Wattepfropfen verschlossen, an zwei aufeinanderfolgenden Tagen je eine Stunde im Dampftopf sterilisiert wurden. Auf die Wattepfropfen aufgesetzte Pergamenthütchen verhinderten dabei das zu starke Eindringen des herabtropfenden Wassers. Petrischalen, in die die Nährböden ausgegossen werden sollten, wurden im Trockensterilisator mindestens zwei Stunden lang bei einer Temperatur von etwa 140° C. erhitzt. Die Schalen hatten meist eine Höhe von 2 cm und einen inneren Durchmesser von 9.3 cm. Weil ich wünschte, daß ihre Deckel sich möglichst wenig mit Kondenswasser beschlügen, wartete ich mit dem Einfüllen des Nährbodens so lange, bis der Agar-Agar so weit abgekühlt war, daß er sich gerade noch ausgießen ließ. Ich schob den entstöpselten Hals des Kölbchens vorsichtig unter den

etwas emporgehobenen Deckel der sterilisierten und wieder erkalteten Petrischale und füllte sie bis zur Höhe von etwa 0,75 cm mit Nähr-Agar-Agar. Durch das geringe Anheben des Petrischalen-Deckels wurde eine Infektion des Nährbodens — vor allem durch Pilze — so weit, wie es eben möglich war, verhindert.

Aussaat der Sporen. Vorsichtsmaßregeln bei der Aussaat. Die Aussaat der Sporen wurde möglichst entfernt von bereits angelegten Kulturen vorgenommen, denn die von mir untersuchten Moose besitzen Sporen, die zum Teil eine große Verbreitung durch den Wind erfahren. *Ceratodon purpureus* und *Funaria hygrometrica* stellten sich häufig als Unkraut in Kulturen anderer Moosarten ein. Meistens erkannte ich sie früh genug, manchmal aber auch erst dann, wenn sich Moosstämmchenknospen bildeten. Bei Einzelkulturen fand ich diese Unkrautmoose immer bald nach der Infektion heraus.

Die Aussaat selbst. Die Aussaat der Sporen erfolgte auf verschiedene Weise.

Sammelkulturen. Sammelkulturen, d. h. Petrischalen, in denen viele Protonemata derselben Moosart sich befanden, die durch Aussaat vieler Sporen entstanden waren, legte ich zuerst folgendermaßen an. Ich öffnete auf einem Objektträger mit Präpariernadeln eine Mooskapsel und ließ die Sporen auf den Objektträger fallen. Objektträger und Nadeln wurden vorher zur Sterilisation mehrere Male durch die Flamme gezogen. Dann stach ich in den Nährboden, auf den ausgesät werden sollte, mit einer geglühten und noch heißen Platinnadel, wodurch etwas Agar-Agar an der Nadel haften blieb. Ich holte nun mit ihr Sporen vom Objektträger und machte ein paar parallele und einige zu diesen senkrechte Ausstriche in der Petrischale. Bald aber vereinfachte ich die Aussaat der Sammelkulturen. Ich durchstach mit einer Präpariernadel, die mehrere Male zur Sterilisation durch die Flamme gezogen worden war, eine Kapsel, öffnete sie mit einer anderen, ebenso behandelten Nadel und klopfte nun mit dieser zweiten Nadel über der geöffneten Petrischale vorsichtig auf die erste Nadel. Dadurch gelangten Sporen auf den Nährboden. Diese Art der Aussaat hat gegenüber der ersten verschiedene Vorzüge: 1. die Oberfläche des Nährbodens wird geschont, 2. die Sporen werden gleichmäßiger über die ganze Schale verteilt, und 3. die Aussaat geht schneller vonstatten als bei der zuerst angewandten Methode.

Einzelkulturen. Außer diesen Sammelkulturen legte ich noch Einzelkulturen an, da ich fand, daß in den Sammelschalen die Protonemata oft so durcheinanderwuchsen, daß eine genaue Betrachtung ein und desselben Protonema an aufeinanderfolgenden Tagen fast unmöglich wurde. Die Einzelkulturen erhielt ich auf ähnliche Weise wie die ersten Sammelkulturen. Da mir jedoch eine Platinnadel zu dick erschien, um damit eine einzelne Spore in den Nähr-Agar-Agar zu impfen, so nahm ich statt ihrer eine besonders fein zugespitzte, in der Flamme sterilisierte Präpariernadel, holte damit unter dem Binokular eine Spore vom Objektträger und rollte dann die Spitze der Nadel leicht auf der Agar-Agar-Platte ab. Darauf wurde die Spore unter dem Mikroskop aufgesucht, so eingestellt, daß sie genau in der Mitte des Gesichtsfeldes lag, und unter der Schale mit einem Fettstifte ein Kreis gezogen, der genau den Lichtkegel, der in das Mikroskop fiel, umgab. Mittels dieses Kreises und eines ebenfalls mit Fettstift hergestellten Striches an der äußeren Wandung der inneren Petrischale konnte ich die Spore jederzeit sofort wiederfinden.

Kennzeichnung einzelner Stellen in den Kulturen. Um mir Stellen in den Kulturen zu merken, wandte ich nur die soeben erwähnte Art der Markierung an. Sie hat gegenüber der durch feine Glasfäden oder Papierfähnchen, die in die Schale gelegt werden, den großen Vorzug, daß eine Infektion durch Pilze fast unterbleibt.

Bezeichnung der Schalen. Die äußere Wandung des inneren Petrischalendeckels versah ich stets mit einem zur Basis der Schale vertikalen Strich, um die Kulturen nach einer Betrachtung wieder in dieselbe Lichtrichtung stellen zu können, die sie vorher hatten. Auf dem Deckel der Petrischale wurden der Name des ausgesäten Mooses und die Merkzahl für die Kultur verzeichnet. Ueber jede von ihnen führte ich ein besonderes Kontrollblatt.

Standort der Kulturen. Zum Teil standen die Kulturen im Sommer im Freien auf der Nordseite des Botanischen Instituts auf einem Gestell, das oben zu ihrem Schutze mit einem Dache versehen war. Der größte Teil der Schalen aber befand sich während der ganzen Versuchszeit vor den Fenstern des Arbeitsraumes, und zwar vor drei Südfenstern und einem Westfenster. Die Durchschnittstemperatur dieses Raumes betrug 17° C.

Schutzmaßnahmen zur Erhaltung der Protonemata. Schutz gegen Sonnenstrah-

len. Gegen starkes Sonnenlicht, das die Protonemata schädigt, wurden die Kulturen durch Mattscheiben und Vorhänge vor den Fenstern und durch Auflegen von dünnem, lichtdurchlässigem, grauem Zeichenpapier auf die Schalen geschützt.

Ersatz des Wasserverlustes des Nährbodens. Der Wasserverlust des Nährbodens, der sich mit der Zeit stets bemerkbar macht, suchte ich anfangs auf ähnliche Weise wie Janzen zu ersetzen und spritzte mit einem Zerstäuber sterilisiertes Leitungswasser auf die Kulturen. Eine Kontrolle unter dem Mikroskop zeigte jedoch, daß dabei viele Protonemazellen vernichtet wurden. In der Folgezeit stach ich daher kleine Stücke Agar-Agar am Rande der Schale aus und füllte in die so entstandenen Vertiefungen Leitungswasser, das in derselben Weise wie der Nährboden keimfrei gemacht worden war. Ich nahm dazu keine Nährflüssigkeit wie Janzen, weil das eine Anreicherung des Nährbodens an Salzen zur Folge gehabt hätte.

Schutz gegen die trockene Zimmerluft bei der Beobachtung der Kulturen und gegen das Eindringen von Pilzen, Algen und Tieren in die Schalen. Damit die Kulturen bei der Betrachtung unter dem Mikroskop durch die trockene Zimmerluft und unter Pilzinfektion nicht litten, bedeckte ich sie zum Schutze mit einer Glasscheibe, die ein Loch für das Objektiv besaß. Ich habe des öfteren mit Hilfe einer Präpariernadel kleine Protonemata aus einer von Algen oder Pilzen befallenen Kultur in eine neue Schale übertragen müssen. Die Pilze, unter ihnen vor allem die *Mucorineen*, waren den Kulturen bei weitem nicht so schädlich wie Algen, die oft den Inhalt ganzer Schalen vernichteten. Kulturen, die im Freien standen, hatten, weil die Deckel der Schalen nicht dicht genug schließen, häufig unter Tieren — sogar unter Raupen — zu leiden, die meistens entfernt werden konnten.

b) Kultur der Moose auf Erde. Um vergleichen zu können, zog ich außer den Kulturen in Petrischalen Protonemata auf Erde in Blumentöpfen im Freien.

II. Herstellung der Präparate.

Ich stellte Totalpräparate von Protonemata, Moosstämmchenknospen und Moosblättchen und Schnittserienpräparate von Knospen und jungen Stämmchen her.

1. Herstellung von Totalpräparaten. Die Totalpräparate fertigte ich auf folgende Weise an:

a) Totalpräparate von Protonemata und Moosstämmchenknospen. Aus den Kulturen schnitt ich Stellen heraus, fixierte sie mit Juelscher Flüssigkeit

(Alkohol 65% . . . 800 ccm,
Eisessig . . . . . 16 ccm,
Zinkchlorid . . . . 16 g)

12 bis 24 Stunden lang, wusch sie mit 60—70%igem Alkohol aus und färbte sie dann 10 Minuten bis einige Stunden mit Haemalaun nach P. Mayer. Nach erfolgter Differenzierung mit 1%iger Kaliumalaunlösung wusch ich die Präparate in fließendem Leitungswasser. Darauf wurden die Objekte durch langsam ansteigende Alkoholstufen bis zum 90%igen Alkohol gebracht. Ich schnitt nun die das Protonema enthaltende Schicht von dem Agar-Agar-Block mit dem Rasiermesser dünn ab, übertrug sie in 96%igen, dann in absoluten Alkohol, darauf durch eine Mischung von gleichen Teilen von Xylol und absolutem Alkohol in reines Xylol. Zuletzt wurde das Präparat auf den Objektträger in Kanadabalsam, der mit Xylol verdünnt war, gebracht und mit einem Deckgläschen bedeckt. Etwa alle zwei Stunden wurde dem Präparate neuer Kanadabalsam zugefügt, bis dieser dickflüssig genug geworden war.

b) Totalpräparate von Blättern. Blattpräparate wurden auf folgende Weise hergestellt. Es wurden Knospen und junge Stämmchen, die später zur Blattanalyse verwendet werden sollten, mit Juelscher Flüssigkeit fixiert und in eosinhaltigem, 70%igem Alkohol bis zur Präparation aufgehoben. Außerdem wurden frische Knospen und junge Stämmchen in Eau de Javelle gebleicht, um die Wände deutlich sichtbar zu machen, und dann sofort präpariert. Die Blätter wurden stets von dem ersten Segmente einer Knospe an, das ein Blatt trug, bis zu älteren Blättern mit besonders spitz geschliffenen Präpariernadeln unter dem Binokular abgestochen. Dabei geschah es leicht, daß die Blätter kurz über der Basis abbrachen, weil sich dort eine Wachstumszone befindet. Von den Blättern wurden Glyzerin-Gelatine-Präparate hergestellt.

2. Herstellung von Schnittpräparaten. a) von Längsschnitten. Orientierung der Knospen vor der Fixierung. Die Knospen der Moosarten, die ich schnitt, sind nicht einmal 0,10 mm, meistens nur 0,05 mm breit und oft kaum länger als breit. Es war deswegen unmöglich, eine einzelne Knospe

auf dem Paraffinblock des Mikrotoms genau zu orientieren. Ich stach daher unter dem Binokular aus dem Agar-Agar Stellen bis auf den Boden der Schale mit möglichst vielen Knospen aus, und zwar so, daß zwei gegenüberliegende Schnittflächen einander und der Längsrichtung der Knospen parallel waren. Diese Stücke wurden ausschließlich dazu benutzt, Knospenlängsschnitte herzustellen. Bei ihnen kam es mir darauf an, solche Bilder zu erhalten, die sowohl die Scheitelzelle gut längs getroffen, wie wenigstens eine Zelle des Knospenstieles zeigen. In nur verhältnismäßig wenigen Fällen liegen Knospenstiel und Spitze der Scheitelzelle in einer Richtung. Außerdem können die Knospen sich während ihres Wachstums vielfach krümmen. So kam es, daß zwar bei den meisten Knospenlängsschnitten die Scheitelzelle gut längs getroffen war, daß aber der Stiel der Knospe sich nicht im selben Schnitt befand, ja, daß tiefer liegende Segmente bereits fast tangential, statt radial getroffen waren. Die Anfertigung guter Knospenlängsschnitte nahm daher trotz der angegebenen Orientierungsmethode eine ebenso lange Zeit in Anspruch wie die Herstellung der Kulturen und die Beobachtung der Protonemata und der an ihnen entstehenden Moosstämmchenknospen.

Fixierung der Knospen. Ich fixierte die Blöcke, die die Knospen enthielten, entweder in Chromsäure-Eisessig

(Chromsäure . . . . . 1 g,
Eisessig . . . . . 3 g,
dest. Wasser . . . . 96 g),

in Juelscher Flüssigkeit (s. S. 12) oder im Carnoyschen Gemisch

(3 Teile Alkohol abs., 1 Teil Eisessig).

Von diesen Gemischen fixierte Chromsäure-Eisessig Cytoplasma und Kern am besten.

Die Weiterbehandlung der Präparate geschah nach den Vorschriften, die Sieben macht. Als Uebergangsmittel vom Alkohol zum Paraffin wurde in den meisten Fällen Xylol, seltener Chloroform gebraucht. Nach dreitägigem Aufenthalte im Thermostaten waren die Objekte vom Paraffin vom Schmelzpunkte 52° C. durchtränkt.

Die Schnitte wurden mit dem Jungschen Mikrotom angefertigt. Ihre Dicke betrug bei *Ceratodon purpureus* 5 μ, bei *Bartramia pomiformis* Hedw. 4 oder 5 μ. Die Schnittdicke von 4 μ bewährte sich bei *Bartramia pomiformis* am besten.

Färbung. Ich färbte die Längsschnitte entweder mit einem Gemisch von Fuchsin und Jodgrün nach A. Zimmermann oder mit Haematoxylin nach Heidenhain und benutzte im letzteren Falle in Nelkenöl gelöstes Eosin (1 Teil Nelkenöl, 1 Teil mit Eosin gesättigtes Nelkenöl) oder Lichtgrün (1 Teil Nelkenöl, 1 Teil mit Lichtgrün gesättigtes Nelkenöl) zur Gegenfärbung. Bei Knospenlängsschnitten bevorzugte ich die Färbung mit Haematoxylin nach Heidenhain und darauf folgende Gegenfärbung mit Eosin, weil sie die klarsten Bilder lieferte. Bei der Differenzierung dieser Präparate mußte ich mich nach der Färbung der Protonemazellen richten, weil Knospenschnitte schwer zu finden waren. Wenn das Protonema nur noch schwach gefärbt erschien, war die Färbung der Knospenschnitte meist gut.

b) Herstellung von Querschnitten. Außer Längsschnitten von Knospen fertigte ich noch Querschnitte von Stämmchen an. Dazu fixierte ich sie mit Juelscher Flüssigkeit (s. S. 12), die sich für diesen Zweck bewährte. Die Stämmchen wurden, bevor sie in absoluten Alkohol gelangten, mit in 96%igem Alkohol gelöstem Eosin vorgefärbt, damit sie später besser orientiert werden konnten. Ihre Weiterbehandlung geschah dann wie die der Agar-Agar-Blöcke, die die Knospen enthielten. Die Dicke der Stammquerschnitte betrug 5 μ. Das Eosin wurde aus den Schnitten durch Einwirkung von salzsaurem Alkohol (1 Tropfen konz. HCl auf 100 ccm 96%igen Alkohol) entfernt und die Schnitte dann mit in Alkohol gelöstem Safranin, mit Safranin und Lichtgrün nach Behrens oder mit Säurefuchsin und Jodgrün nach Zimmermann gefärbt. Wohl die besten Resultate lieferte die Färbung mit Safranin, während Haematoxylin die embryonalen Zellen gegenüber den älteren Teilen zu stark färbte.

III. Zeichnungen.

An einem Tage nahm ich stets viele Protonemata einer Moosart mit dem Abbeschen Zeichenapparat auf, da ich damit rechnen mußte, daß ich die meisten nicht lange verfolgen konnte, weil Pilze und Algen sich häufig in den Schalen einstellten, die Uebersicht erschwerten und oft die Kulturen vernichteten.

Bei der Wiedergabe des Fadenprotonema stieß ich auf dieselben Schwierigkeiten wie Dening. Die Protonemablätter von *Georgia pellucida* ließen sich, da sie Zellflächen

bilden, bedeutend leichter aufnehmen, obwohl sie sich nie in einer Ebene befanden und diese Lage auch nicht durch äußere Einwirkungen zu erzwingen war.

Ich habe sämtliche Zeichnungen dieser Arbeit so nach dem Lichteinfall orientiert, als ob das Licht von der oberen Buchkante her auf die Seiten, parallel zum Buchrücken, einfiele.

Die Originalzeichnungen wurden bei folgenden Vergrößerungen aufgenommen:

78 : 1, 134 : 1, 162 : 1, 225 : 1, 280 : 1, 340 : 1, 420 : 1, 580 : 1, 880 : 1, 1300 : 1, 1320 : 1, 2000 : 1

und dann auf photographischem Wege verkleinert.

D. Eigene Untersuchungen an Protonemata und Moosstämmchenknospen.

I. Allgemeine Bemerkungen über die untersuchten Moose.

In der Nomenklatur der Moose folgte ich Rabenhorsts Kryptogamenflora.

Die zur Aussaat verwendeten Sporen haben kugeltetraedrische Form. Sie stammten zum größten Teil von Moosrasen aus Marburg (Lahn) oder seiner näheren Umgebung. Ueber ihre Größe und ihr Aussehen sowie über die Fundorte der untersuchten Moose werde ich noch in den einzelnen Abschnitten berichten.

Das Exospor reißt im Augenblick der Keimung. Bei den von mir untersuchten Moosarten bewirkte ein Wachstum des Sporeninhaltes das Zerreißen an irgend einer oder mehreren beliebigen Stellen des Exospors. Die Spore entsandte danach einen bis mehrere Keimschläuche, deren Lage verschieden und unabhängig von der Richtung des Lichteinfalls war. Wenn die Keimschläuche sich verlängerten, wurde ihre Wachstumsrichtung zum Teil stark vom Lichte beeinflußt. Protonemata von Moosen, die in der Natur an sonnigen Stellen vorkommen (wie z. B. *Ceratodon purpureus*) verlangten meist sehr helle Standorte, und Vorkeime von Moosen, die an schattigen Plätzen gefunden werden (wie z. B. *Mnium hornum*), gediehen oft auch in der Kultur besser im Schatten.

Nur bei einer Moosart — bei *Funaria hygrometrica* — entsandte die „Sporenzelle", so nenne ich im Folgenden die Zelle, die bei der Keimung der Spore entsteht und die Keimschläuche bildet, nach der Keimung einen einzelligen, chloro-

phyllarmen Keimschlauch, den ich im Kapitel über *Funaria hygrometrica* beschreiben werde.

Der Chlorophyllgehalt der Spore nahm meist schon vor der Keimung zu. Die Chloroplasten wurden größer, wuchsen in die Länge und schnürten sich in der Mitte durch. Auf diese Weise entstanden stets durch direkte Chromatophorenteilung aus einem Chloroplasten zwei. Diese Art der Teilung behielten die Chloroplasten während ihres ganzen Wachstums bei, die junger Zellen hatten rundliche Linsenform, in älteren wurden sie länglicher, in alten hatten sie beinahe Stäbchengestalt.

Die Chromatophoren erwachsener Zellen waren im lebendem Zustand niemals zu zählen. Ihre Zahl kann am fixierten Material nur mit Hilfe einer Oel-Immersion angegeben werden.

Ein ähnliches Verhalten wie die Chromatophoren zeigten die Zellkerne. Junge Kerne waren ganz oder fast kugelig und hatten meist nur einen Nucleolus. In alten, aber ganz gesunden Zellen ziemlich stark verzweigter Protonemafäden fanden sich häufig sehr lang gestreckte, an den Enden zugespitzte Kerne mit mehreren Kernkörperchen. Diese Kernformen waren bereits bei den höheren Pflanzen bekannt. So fand Berthold (1886) sie in den Kambium- und den gestreckten parenchymatischen Zellen der Gefäßbündel. Er hält die Form des Kernes für beherrscht von den Symmetrieverhältnissen des gesamten Plasmakörpers. Lidforss (1908) gibt für Blütenpflanzen „bipolare" Kerne mit Ausläufern an. An Protonemata wurden lang gestreckte Kerne — meines Wissens — zum ersten Male von Dening (1929) beschrieben.

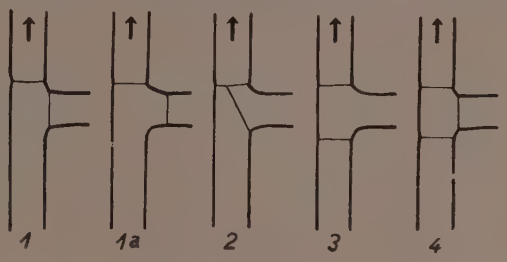
Kernteilungen habe ich bei den Protonemata selten beobachten können. Sie finden sich hauptsächlich in den Spitzenzellen.

Die Keimfäden der Moose verlängern sich durch Spitzenwachstum, d. h. die Spitzenzelle besitzt die Fähigkeit, sich zu verlängern und dann quer zu teilen. Alle andern Zellen des Protonema können sich zwar auch strecken, tun es oft auch ganz beträchtlich, schieben aber seltener Querwände ein. Eine Zelle des Protonema teilt sich meist dann, wenn sie gegenüber den Nachbarzellen eine verhältnismäßig große Länge aufweist, die sie entweder von Anfang an besaß oder nachträglich erwarb. Die Protonemafäden ändern häufig ihre Wachstumsrichtung. Der Durchmesser eines Fadens ist nicht immer konstant, er schwankt oft, auch innerhalb einer

Zelle, namentlich in der Spitzenzelle, wie ich noch bei der Beschreibung von *Ceratodon purpureus* zeigen werde. Jede Zelle eines Protonema kann einen bis mehrere Seitenfäden bilden, die sich in ihrem Wachstum genau so wie der Faden verhalten, aus dem sie entstanden sind. Die Seitenfäden setzen — im Gegensatze zu Pilzhyphen — meist mit breiter Basis an ihrem Hauptfaden an. In meinen Kulturen entstanden Seitenfäden

1. am Anfange,
2. in der Mitte und
3. am Ende einer Zelle.

Dabei bildete der Faden an der Stelle, an der der Seitenfaden nachher entstand, eine Vorstülpung, die sofort oder später durch eine Wand von der Zelle des Hauptfadens getrennt wurde. Die Wandbildung erfolgte auf verschiedene, in dem Schema Figur 1 veranschaulichte Weise. Der Pfeil gibt



Figur 1.

dabei die Wachstumsrichtung des Hauptfadens an. Weitaus die meisten Wände entstanden so, wie Nr. 1 zeigt. Dabei schied die neue Wand den Seitenfaden an seiner Austrittsstelle aus der Zelle des Hauptfadens von dieser. Es konnte vorkommen, daß die Wand etwas tiefer in dem Seitenfaden auftrat — Nr. 1a —, so daß die Zelle des Hauptfadens mit einem Fortsatze in den Seitenfaden hineinragte. Oft traf die Wand, die den Seitenfaden vom Hauptfaden trennte, auf die Querwand des Hauptfadens — Nr. 2. Die Neigung der Querwände gegeneinander war dabei verschieden. Im Extremum setzte die Wand, die den Seitenfaden abtrennen sollte, nicht mehr an die Quer-, sondern an die Längswand des Hauptfadens an. Zwischen den durch die Nr. 1 und 2 einerseits und durch die Nr. 2 und 3 andrerseits dargestellten Fällen fanden sich viele Uebergänge. Bildete sich die trennende Wand nach Nr. 3, so konnte nachträglich noch eine

Querwand im Seitenfaden auftreten und ihn an seiner Austrittsstelle aus dem Hauptfaden von diesem abschließen — Nr. 4.

Früher oder später nach der Keimung, manchmal schon nach Tagen, oft aber auch erst nach Wochen, je nach der Art der zur Keimung verwendeten Moose und den den Protonemata dargebotenen Bedingungen, entstanden aus den Protonemafäden, die sich auf und im Nährboden befanden und die ich deswegen „Substratfäden" nennen möchte, „Luftfäden". Darunter verstehe ich solche Protonemafäden, die sich von dem Nährboden erheben. Die Summe der „Substratfäden" möchte ich unter der Bezeichnung „Substratprotonema" zusammenfassen und die Summe der „Luftfäden" mit dem entsprechenden Ausdruck „Luftprotonema" benennen. Das letztere bestand bei den meisten der von mir untersuchten Arten aus Fäden, die sich in ihrem Wachstum in keiner Weise von den Substratfäden unterscheiden.

In die Wände älterer Protonemata wurde ein brauner bis rotbrauner Farbstoff eingelagert. Bei den Querwänden beobachtete ich ihn früher als bei den Längswänden. Ich vermute aber, daß Längs- und Querwände sich zu gleicher Zeit färben und ich die Färbung der Querwände zuerst wahrnahm, weil sie senkrecht zur Richtung des Objekttisches stehen, während die Längswände mehr oder minder gegen sie geneigt sind.

Wenn ein Protonema älter wird oder seine Lebensbedingungen ungünstiger werden, entstehen Brutzellen. Ihre Bildung werde ich bei der Beschreibung der einzelnen Protonemata schildern.

Die Vorkeime der einzelnen Moose sind nicht nur durch ihre Einstellungen zum Lichte, sondern auch durch Größe und Länge der Protonemazellen und andere Eigenheiten im Wachstum (z. B. durch Ausbildung verschiedenartiger Luftfäden) voneinander verschieden.

Die „Moosstämmchenknospen" — mit diesem oder kurz mit dem Ausdrucke „Knospen" bezeichne ich die Knospen oder die ersten Stadien der Moosstämmchen — erschienen bei einigen Moosen bereits vier Wochen, bei anderen erst mehrere Monate nach der Aussaat der Sporen. Die Knospen entstanden stets aus Endzellen kurzer Luftprotonemafäden, die durch rasch aufeinanderfolgende Längsteilungen die dreischneidige Scheitelzelle des zukünftigen Moosstämmchens lieferten. Bei schwacher Belichtung bestanden diese Fäden aus mehr Zellen als bei stärkerer. Die Zeitdauer von der

Aussaat der Sporen bis zur Knospenbildung hing von der Lichtintensität ab. Je stärker die Belichtung war, um so eher entstanden die Knospen. Sie entwickelten sich nur, wie K l e b s bereits zeigte, wenn die dazu notwendige Lichtintensität vorhanden war.

II. Untersuchungen an einzelnen Moosen.

1. *Ceratodon purpureus* (L.) Brid.

(Figuren: Seite 55—57, Seite 64 Nr. 6—8, 10, 14—16, Seite 63 Fig. 11 Nr. 11—13, Seite 66 Nr 30—32, Figur 2.)

Literaturangaben[1]):

Schimper, Seite 46 (B). — Westerdijk, Seite 18 (P). — Zederbauer, Seite 97, 99 (K).

Ueber die Entwicklung des primären Protonema — d. h. des Protonema, welches bei der Keimung aus Sporen entsteht — habe ich in der Literatur keine Angaben gefunden.

Die zur Untersuchung verwendeten Sporen stammten aus Kapseln, die am 1. Mai 1928 im Botanischen Garten zu Marburg (Lahn) gesammelt wurden. Die Sporen sind 10—16 μ, im Mittel 12 μ groß. (Das Mittel wurde — wie auch bei den folgenden Moosen — aus 50 Messungen von Sporen verschiedener Kapseln berechnet.) Sie sind, mit bloßem Auge gesehen, gelblich gefärbt und besitzen feingekörneltes Exospor (Seite 66 Nr. 30). Die Zahl der linsenförmigen Chromatophoren in den von mir in Wasser untersuchten, ungekeimten Sporen (Seite 66 Nr. 31) schwankte zwischen 4 und 12. Die erste Aussaat erfolgte am 2. Mai 1928. Ich zog *Ceratodon purpureus* fast ausnahmslos auf Nähr-Agar-Agar mit der Nährlösung nach A r t h u r M e y e r in der Konzentration II, nur zum geringen Teil auf Nährböden mit derselben Lösung in der Konzentration I und auf Gartenerde im Blumentopf. Die Kulturen standen zum größten Teil vor den Südfenstern des Arbeitsraumes, wo sie um die Mittagszeit gegen direktes Sonnenlicht geschützt wurden. Einige Schalen und ein Blumentopf mit Protonemata befanden sich im Freien. Schon vor der Keimung vermehrten sich die Chloroplasten, indem sie in die Länge wuchsen und sich dann der Quere nach durchschnürten. Die früheste Keimung der Sporen erfolgte 38 Stunden nach der Aussaat. Ich

1) Es bedeuten hier und im Folgenden: B = Angaben über Moosblätter, K = Angaben über Moosstämmchenknospen, P = Angaben über Protonemata.

fand, daß ältere Sporen etwas später als frische Sporen keimten und der Prozentsatz der nicht keimenden Sporen mit zunehmendem Alter größer wurde, wie M. Bernstein schon für andere Moose festgestellt hat. Bei der Keimung schwellen die Sporen oft so an, daß ihr Durchmesser doppelt so lang wird wie ein normaler. Der Durchmesser der gekeimten Sporen betrug meistens 17—22 μ. Das lappig zerrissene Exospor war erst bei Färbung mit Jodjodkalium deutlich sichtbar. Seite 66 Nr. 32 zeigt einen Teil einer Sammelkultur (Herstellung s. S. 9) mit einer noch ungekeimten Spore neben gekeimten und solchen, die ihren ersten Keimschlauch bilden, in ihrem Größenverhältnis zueinander. Man sieht aus dieser Abbildung, daß die Lage des ersten Keimschlauchs von der Lichtrichtung unabhängig ist. Das Protonema war stets lebhaft grün und zeigte erst beim Altern eine Braunfärbung der Wände.

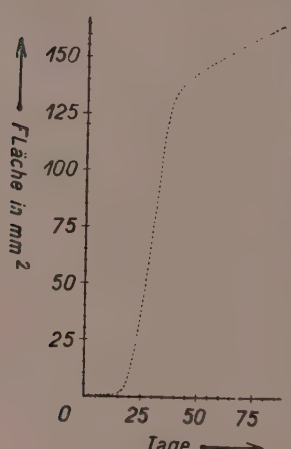
Um das Wachstum eines Protonema — z. B. die Art der in der Figur 1 dargestellten Verzweigung — festzustellen, habe ich ein und dasselbe Protonema, eine Einzelkultur (Herstellung s. S. 10) zu verschiedenen Zeiten mit dem Zeichenapparate aufgenommen (s. S. 55—57, Fig. A—R). Ich habe in den ersten Abbildungen die Sporenzelle durch einen kleinen Kreis kenntlich gemacht. Die Zahlen 1—20 stellen die Querwände des linken Hauptfadens dar, der sich bei A schon gebildet hat. B und C zeigen bereits zwei Keimfäden. Bei D ist ein Teil des rechten Hauptfadens abgestorben. Er war noch lange sichtbar, ich habe ihn punktiert gezeichnet. Bei B hat sich die erste, bei C die zweite, bei E die dritte, bei F die vierte und fünfte und bei G die sechste Querwand des linken Hauptfadens gebildet. Bei D sind schon die ersten Seitenfäden entstanden. Bei F ist vor 2 am Ende, vor 3 in der Mitte aus der Zelle je ein Seitenfaden gewachsen. Der Seitenfaden vor 3 ging in die Luft. Ich habe ihn, um ihn vor den anderen kenntlich zu machen, wie alles weitere entstehende Luftprotonema punktiert. Von E bis F hatte sich die Zelle, die von den Wänden 2 und 3 begrenzt wird, auf das Eineinhalbfache ihrer ursprünglichen Länge gestreckt. Bei G trennt sich der vor der Wand 2 entspringende Seitenfaden von dem Hauptfaden, wie die Figur 1 Nr. 1a angibt. Die Fäden werden mit zunehmendem Alter des Protonema immer dicker. Sie haben manchmal eine sehr plumpe Gestalt und weisen dann — hauptsächlich in ihren jüngsten Teilen — Verengungen und Verbreiterungen auf, wie das bei G die Spitze des Fadens nach 6 und bei J und K

der Faden, der am Grunde des ersten Seitenfadens des rechten Hauptfadens entspringt und dann später fast ganz parallel und dem Lichteinfall entgegen wächst, gut zeigen. Die Fäden strecken sich an den verdickten Stellen meistens besonders stark, so daß nachher, wenn sich in ihnen erst Querwände gebildet haben, von den Verdickungen fast nichts mehr wahrzunehmen ist. Das Protonema zeigte, wie aus den Abbildungen H bis P hervorgeht, in der Hauptsache — außer dem Entstehen neuer Seitenfäden — Spitzenwachstum. Es spannte sich jedoch auch zwischen zwei alten Querwänden des Protonema manchmal eine neue Wand aus. Meistens schob sich eine Querwand dann zwischen zwei alte Wände ein, wenn die von diesen begrenzte Zelle von vornherein sehr lang angelegt oder es durch nachträgliches Wachstum geworden war. Mit zunehmendem Alter des Protonema wurden die einzelnen Abstände zwischen zwei von der Spitzenzelle des Fadens gebildeten Querwänden im Vergleiche zu den ihnen vorhergehenden Zellen immer größer, wie besonders der eine Seitenfaden zweiter Ordnung, der bei M bis P so stark dem Lichte zustrebt, erkennen läßt.

Im ganzen bildeten sich bis Abbildung P 5% aller Querwände nachträglich zwischen anderen Wänden. 69% aller Seitenfäden bis P entstanden am Ende, 7% in der Mitte und 24% am Anfange von Zellen. 8% aller Seitenfäden entstanden nach dem Schema 1a der Figur 1, 63% nach dem Schema 1 der Figur 1, 8% nach dem Schema 2 der Figur 1, 11% nach dem Schema 3 der Figur 1 und 10% nach dem Schema 4 der Figur 1.

Von dem Stadium L ab mehren sich die Luftfäden. Sie können sich ganz oder teilweise auf das Substrat senken und dort weiterwachsen. Ueber sie ist im allgemeinen dasselbe zu sagen wie über das Protonema, das sich auf dem Agar-Agar hinzieht. Die Zeichnung des Luftprotonema bereitete einige Schwierigkeiten insofern, als die Querwände nur schlecht zu sehen waren, da die Luftfäden sich unter einem Winkel, der von wenig über 0° bis 90° schwankt, zum Substrat erheben, außerdem aber noch Bewegungen ausführen können. Ich habe daher von N ab darauf verzichtet, die Querwände des Luftprotonema einzutragen und nach P die Zeichnung des ganzen Protonema abgebrochen, teils weil von da ab — was bisher noch nicht geschehen war — Fäden in das Substrat eindrangen und sich dadurch der Beobachtung entzogen, teils auch, weil die Protonemazeichnung in ihren einzelnen Teilen zu unübersichtlich geworden wäre. Die

Zeichnungen Q und R geben den linken Teil des Protonema von dem Grenzstrich ab, der sich bei P befindet, als Strichzeichnungen wieder. Q und R wurden der Genauigkeit wegen bei derselben Vergrößerung wie P aufgenommen und dann verkleinert. Von R ab habe ich die Umrisse des Protonema an aufeinanderfolgenden Tagen mit Hilfe des Objektivs G der Firma Winkel gezeichnet und aus dem mittleren Durchmesser der kreisähnlichen Fläche deren Größe berechnet. Das Resultat davon, vereinigt mit den Zeichnungen A bis P, ist in der Kurve Figur 2 enthalten. Aus ihr geht hervor, daß das Wachstum des Protonema zuerst nicht sehr groß war und dann zunahm. Seit dem 24. Tage nach der Keimung war die Größe des Protonema fast eine lineare Funktion der Zeit bis zu dem Tage, an dem die Vorbereitungen zur Knospenbildung begannen. Die ersten Knospen entdeckte ich einen Monat und 10 Tage nach der Keimung der Spore. Die Knospenbildung machte sich schon einige Zeit vorher bemerkbar, denn das Protonema erfuhr nicht mehr solche Größenzunahme, wie auch aus der Figur 2 hervorgeht.



Figur 2.

Wird ein Protonema älter oder werden die Bedingungen für sein Fortkommen in einer Schale ungünstiger, wird z. B. die Lichtintensität oder die Nährsalzkonzentration eine zu hohe oder die Feuchtigkeitsmenge eine zu niedrige, so können Teile seiner Fäden in Brutzellen zerfallen. Diese werden leicht vom Wasser oder vom Winde fortgetragen und bringen dann, an einen für das Protonemawachstum günstigen Standort gelangt, wieder einen gesunden Vorkeim, wie aus einer Spore, hervor. Solch ein Zerfall kann ganze Protonemata ergreifen. Ich habe Kulturen gehabt, die grün und vollkommen gesund aussahen, aber nur aus Brutzellen bestanden.

Will man Fäden zeichnen, deren Zellen sich voneinander lösen, so sucht man am besten einen möglichst isoliert liegenden, dessen ältere Zellen schon eine etwas rundliche Gestalt angenommen haben, und zeichnet dessen jüngsten Teil

an aufeinanderfolgenden Tagen, denn der Zerfall pflegt bei den Fäden von *Ceratodon purpureus* bei den älteren Zellen zu beginnen und dann die jüngeren zu erfassen.

Die Figuren a bis i Seite 57 stellen Brutzellenbildung dar. Der gezeichnete Faden war dicker als die benachbarten und enthielt vor a sieben Querwände (dick ausgezogen), die ich, da sie alle durch Spitzenwachstum des Protonema entstanden waren, „Querwände 1. Ordnung" nennen möchte im Gegensatze zu denen, die sich später zwischen sie einschieben. Ich nenne die Zellen, die von den Querwänden 1. Ordnung begrenzt werden, mit den Zahlen 1, 2, 3—7 nach der Reihenfolge ihrer Entstehung. Bei a haben sich in der 3. und 5. Zelle neue Querwände (— —) eingeschoben. Ich nenne sie „Querwände 2. Ordnung". Dabei hatte der Faden noch Spitzenwachstum. Er sah in seinem jüngsten Teile ganz normal wie ein andrer aus und teilte die Spitzenzelle noch einmal auf (b). Fast zu gleicher Zeit schoben sich in der ältesten und zweitältesten Zelle Querwände 2. Ordnung ein. Bei c hatten sich in allen Zellen mit Ausnahme der zweitjüngsten die Querwände 2. Ordnung gebildet. Außerdem waren in den untersten Teilen der dritten und fünften Zelle und in dem oberen Teile der sechsten Zelle „Querwände 3. Ordnung" (////) entstanden. Bei d ist die ehemals zweitjüngste Zelle durch eine Querwand 2. Ordnung aufgeteilt, dazu haben sich in der dritten und vierten Zelle Querwände 3. Ordnung neu gebildet. Von c ab bemerkte ich einen sich bis h steigernden Dickenzuwachs des Fadens. Bei e entdeckte ich in der ersten und zweiten Zelle je zwei Querwände 3. Ordnung. Bei f fand sich bereits die erste „Querwand 4. Ordnung" (———), und zwar in der ehemaligen fünften Zelle. Jede der ursprünglichen acht Zellen war bei f — fast schematisch — durch Querwände 2. und 3. Ordnung aufgeteilt. Bei g und h erfolgte eine weitere Einschiebung von Querwänden 4. Ordnung, ähnlich wie früher die der 2. und 3. Ordnung, wie aus den Zeichnungen hervorgeht. Die Querwände setzten dabei manchmal etwas schief an die Längswand an. Einzelne Zellen versuchten auch, Seitenfäden zu bilden. Jedoch mißlang es ihnen, weil sie aus Feuchtigkeitsmangel in der Schale zu Grunde gingen. Ich wagte nicht, diesem Uebelstande abzuhelfen und der Kultur Wasser zu geben, weil ich befürchtete, daß dadurch die Zellen des Fadens vielleicht zu früh, ehe sie ihre Teilungen beendet hätten, auseinander geschwemmt worden wären. Daher starben viele Zellen des Fadens bei der eingetretenen Trockenheit ab. Ich habe sie

in den Zeichnungen f bis h punktiert. i gibt an, wie der Faden zum Schluß aussah. Die punktierten Linien stellen die Grenzen abgestorbener Zellen dar. Die Brutzellen waren in Wirklichkeit isoliert, obwohl die Zeichnung das nicht erkennen läßt, da die Zellen sehr eng aneinander lagen. Die Trennung der Zellen voneinander erfolgte stets durch eine Auflösung der Mittellamelle von der Oberfläche des Fadens aus.

Bei dem Zerfall der Protonemafäden von *Ceratodon purpureus* in Brutzellen habe ich stets nur Querwände bis zur 4. Ordnung, nie aber eine „Querwand 5. Ordnung" gefunden. Der Zerfall konnte gleichermaßen dünne und dicke Fäden, Luft- wie Substratprotonema ergreifen. Allerdings wurden Zellen dickerer meist vor solchen dünnerer Fäden von ihm betroffen. Die Wände der Brutzellen waren dicht mit Chloroplasten bedeckt, wie Seite 60 Nr. 14 es für *Leptobryum piriforme* zeigt. Das Alter der Brutzellen bildenden Fäden schwankte so beträchtlich, daß ich dafür keine Zahl angeben kann.

Ich habe zum Vergleiche mit primärem Protonema sekundäres aus Blättern gezogen, fand aber bezüglich des Zerfalls in Brutzellen keinen Unterschied zwischen primären und sekundären Protonemata.

Die Protonemafäden haben eine Breite von 16—51 μ, die Protonemazellen eine Länge von 22—135 μ.

Die Gestalt der Chromatophoren ist vom Alter der Zelle abhängig. In jungen Zellen haben die Chloroplasten Linsenform. Sie ziehen sich mit zunehmendem Alter der Zellen allmählich in die Länge und nehmen häufig eine spindelförmige Gestalt an. Die Zahl der Chloroplasten einer älteren Zelle genau festzustellen, erwies sich als unmöglich. Die Chromatophoren waren nicht immer nur wandständig, wie aus dem Querschnitte eines Fadens (Seite 44 Nr. 10) hervorgeht. Bei der Zählung der Chloroplasten einer Zelle sah man bei der einen Einstellung sehr genau die Chromatophoren der Fadenseite, die einem zugewandt war, bei einer zweiten Einstellung die Chromatophoren der Fadenseite auf dem Substrate. Alle zwischen diesen beiden Lagen sich befindenden Chloroplasten waren nicht scharf zu sehen. Ich habe daher ihre Zählung unterlassen und nur feststellen können, daß sie im ganzen Cytoplasma ziemlich gleichmäßig verteilt sind und größere Zellen stets mehr besitzen als kleinere.

Der Kern ist mehr oder weniger zentral gelegen. Im jungen Zustand sieht er fast eiförmig aus und besitzt meist

nur einen Nucleolus. Seine Länge ist dann nicht viel größer als seine Breite. Seine Längsrichtung stimmt mit der der Zelle überein. In älteren Protonemata finden sich häufig langgestreckte, an den Enden zugespitzte Kerne mit mehreren Nucleolen, ähnlich wie Seite 64 Nr. 11 es für *Bartramia pomiformis* zeigt. Die Kernlänge beträgt dann oft mehr als die Zellenbreite. Durch diese Streckung in die Länge vermehrt sich die Oberfläche des Kerns. Vielleicht hat der Kern infolge der Vergrößerung seiner Oberfläche mehr Einfluß auf den Austausch und den Transport von Nährstoffen durch die Protonemazellen zu den Moosstämmchenknospen.

Die Reaktionen auf Oel und Stärke in jüngeren und älteren Vorkeimen verliefen negativ.

Bei den meisten Protonemata von *Ceratodon purpureus*, sowohl der der Einzel- wie der der Sammelkulturen, entstanden die ersten Moosstämmchenknospen vier Wochen nach der Sporenkeimung.

Eine Knospe bildet sich auf folgende Weise. Aus einer Zelle des Substratprotonema entsteht ein kurzer Luftfaden. Er wird zwei bis mehrere Zellen lang und teilt seine Endzelle durch eine etwas schief ansitzende Längswand auf. Eine zweite Wand, die sich an diese und die Außenwand anheftet, folgt sofort darauf. Eine dritte Wand, die sich zwischen den beiden Längswänden ausspannt, vollendet die dreiseitige Scheitelzelle der kleinen Moosstämmchenknospe. Den Luftfaden, der diese Knospe trägt, sie gleichsam wie auf einem Stiele auf dem Protonema sitzend erscheinen läßt, möchte ich der Einfachheit halber den „Knospenstiel" nennen. Ich fand, daß er — dies gilt für alle von mir untersuchten Moose, die in den Kulturen Stämmchen trugen — bei den Knospen, die sich im Sommer unter dem Einflusse hoher Lichtintensität gebildet hatten, meist nur aus einer einzigen Zelle bestand. Bei den Knospen dagegen, die im Winter, also bei geringerer Lichtstärke, heranwuchsen, war er meistens mehrzellig. Seite 64 Nr. 6 stellt eine Knospe mit einem einzelligen Stiel, Nr. 7 eine mit einem fünfzelligen dar, bei Nr. 6 haben sich noch keine, bei Nr. 7 die ersten Blätter und Rhizoiden gebildet. Seite 64 Nr. 8 gibt ein junges Stämmchen von *Ceratodon purpureus* wieder. Da diese Knospen meistens fast senkrecht zum Substrat entstanden, außerdem aber während ihres Wachstums Bewegungen ausführten, gelang es mir nicht, ein und dieselbe Moosstämmchenknospe an aufeinanderfolgenden Tagen so zu zeichnen, daß ich eine Ana-

lyse ihrer Entwicklung geben könnte. Ich habe dagegen von einer kleinen Reihe von Knospen verschiedenen Alters Schnittpräparate erhalten. Fig. 11 S. 63 Nr. 11—13 stellen diese Knospenschnitte dar, die sowohl Scheitelzelle wie Knospenstiel längs getroffen zeigen. Bei Nr. 11 ist dieser mehrzellig. Die Zeichnungen 12 und 13 besitzen beide einen einzelligen Knospenstiel und enthalten noch ein Stück des Protonemafadens, an dem der Stiel sitzt. Ich habe die Hauptsegmente stets stark ausgezogen. Im Folgenden richte ich mich bei der Beschreibung der Aufteilung der Segmente nach Leitgeb. Die erste Wand, die in einem gebildeten Segmente auftritt (s. Figur 3) und den Zentralkörper des Stämmchens von der äußeren Schicht trennt, ist die Wand a Leitgebs. Ich habe sie in der Figur 11 Seite 63 Nr. 11—13 durch Striche, die mit Punkten abwechseln, gekennzeichnet. Diese Wand a spannt sich normalerweise nach Leitgeb zwischen zwei übereinanderliegenden Hauptsegmentwänden aus. Nur bei den ältesten Segmenten der Nr. 11 und 12 und bei den drei ältesten Segmenten der Nr. 13 verbindet die Wand a eine Segmentwand mit der Außenwand. Auf die Wand a folgt die Basilarwand b (s. Figur 3), die in der Figur 11 Seite 63 Nr. 11—13 punktiert gekennzeichnet ist. Sie setzt an die Wand a und die Außenwand an und findet sich noch nicht in allen Segmenten der Knospen. Sie fehlt in dem ersten (von der Scheitelzelle an gezählten) und dem ältesten Segmente der Nr. 11, ferner in dem ältesten Segmente der Nr. 12, den vier ältesten Segmenten und dem sechsältesten Segmente der Nr. 13. Das Blatt wird an der Basis von seinem Segmente durch Wände getrennt, von denen auf Längsschnitten eine sichtbar ist. Sie wird von Leitgeb als Wand c bezeichnet und ist in den Abbildungen: Figur 3, der Figur 11

Fig. 3.

Seite 63 Nr. 11—13 gestrichelt wiedergegeben. Dann sollte, wenn die weitere Aufteilung so vor sich ginge, wie Leitgeb sie angibt, eine Wand d (s. Figur 3) auftreten, die die Wand b mit der darüberliegenden Hauptsegmentwand verbindet. Diese Wand d fehlt in den Figuren Nr. 11—13. Dagegen findet sich in dem dritt- und viertältesten Segment der Nr. 12 und in dem fünft- und sechsältesten Segment der Nr. 13 eine Wand, die entweder c mit a oder b verbindet. Diese Wand, a, b und c umschließen eine Zelle, aus der ein Haar entsteht, welches sich in der Blattachsel befindet. Der Schnitt Nr. 12 enthält zwei Blätter und die zu ihnen gehörenden Haare. Die angeschnittenen unter ihnen sind gestrichelt wiedergegeben. Aus den Zeichnungen 11—13 sieht man, daß die Aufteilung der ersten Segmente der Knospe schon fast genau so vor sich gehen kann, wie Leitgeb sie für die Segmente älterer *Fontinalis*-Stämmchen angibt. An Stämmchen-Querschnitten von *Ceratodon purpureus* sah ich, daß fast in der Achsel eines jeden Blattes zwei Haare stehen. Bezüglich der Blattstellung kann ich Schimpers Angaben bestätigen. Es liegt $^3/_8$- mit Neigung zur $^1/_3$-Blattstellung vor.

Die jungen Blätter von *Ceratodon purpureus* wachsen wie die der meisten andren Moose mit zweischneidiger Scheitelzelle, wie Seite 64 Nr. 14—16 zeigen. Die ältesten bleiben — wie wohl bei der Mehrzahl aller Moose — auf einer niedrigen Stufe der Entwicklung stehen. *Ceratodon purpureus* hat zuerst einschichtige und an der Spitze mehr oder weniger stumpfe Blätter, während die später entstehenden sehr zugespitzt erscheinen und eine Rippe besitzen. Ich habe in den Zeichnungen 14—16 die Hauptsegmentwände durch dickere Linien kenntlich gemacht. Nr. 14 enthält vier, Nr. 15 fünf und Nr. 16 sieben Segmente. Als erste Aufteilungswand eines Segments bildet sich entweder eine Perikline oder eine Antikline, wie Nr. 15 zeigt. Danach entstehen zwei zu dieser senkrechte Wände, so daß das Segment in Quadranten zerlegt wird, wie beim dritten Segmente (von der Scheitelzelle an gerechnet) der Nr. 16 zu sehen ist. Danach erfolgen weitere Zerlegungen der Quadranten. Der Scheitel des Blattes von *Ceratodon purpureus* kann bereits sehr früh aufgeteilt werden, wie Nr. 15 erkennen läßt.

Von der Ueberzeugung geleitet, daß in der Natur die Moose ganz anderen Lichtverhältnissen unterworfen sind, als sie ihnen in Petrischalen jemals geboten werden können, setzte ich am 23. Juni 1928 drei Sammelkulturen an, die

an Stelle von Petrischalendeckeln ultraviolettes Licht durchlassende Glasscheiben trugen. Außerdem legte ich drei Sammelkulturen in gewöhnlichen Petrischalen an. Alle sechs Schalen hatten die gleiche Größe und enthielten denselben Nähr-Agar. Sie wurden auf dem Ständer im Freien in einer Reihe so aufgestellt, daß stets eine Petrischale mit dazu gehörigem Deckel mit einer Schale mit ultraviolettes Licht durchlassendem Glase abwechselte. Die Beobachtung ergab, daß in den gewöhnlichen Petrischalen die Protonemata üppig gediehen und am 22. Juli 1928 die ersten Brutzellen enthielten, während teilweise in den mit ultraviolettes Licht durchlassendem Glase bedeckten Schalen der Zerfall in Brutzellen schon am 2. Juli 1928 eintrat. Am 22. Juli 1928 zeigten diese Kulturen bereits die ersten Moosstämmchenknospen, während die Kulturen in den gewöhnlichen Petrischalen am 10. August 1928 noch keine enthielten. Daß bei diesem Versuche die Knospen in den mit ultraviolettes Licht durchlassendem Glase bedeckten Kulturen einen Monat nach der Aussaat, in den gewöhnlichen Petrischalen der Versuchsreihe später entstanden, während sie sich im Gegensatze dazu in meinen Kulturen meistens vier Wochen nach der Sporenkeimung bildeten, liegt daran, daß die meisten Kulturen einer hohen Lichtintensität ausgesetzt waren. Sie empfingen das Licht von Süden her. Dagegen erhielten die Schalen der Versuchsreihe ihr Licht von Norden. In den mit ultraviolettes Licht durchlassendem Glase bedeckten Kulturen waren die Knospen tragenden Protonemata sehr klein, hatten oft nur einen Durchmesser von 1,5 mm im Gegensatze zu dem sonst so häufigen Durchmesser Knospen tragender Protonemata von 12,5 mm in gewöhnlichen Schalen.

Außer in Petrischalen säte ich Sporen in einen Blumentopf mit Gartenerde und setzte ihn auf das Gestell im Freien. Vier Wochen nach der Sporenaussaat fand ich in dieser Kultur, auf die auch das ultraviolette Licht einwirken konnte, die ersten Knospen.

Ich glaube, aus diesen Versuchen schließen zu dürfen, daß das ultraviolette Licht von großer Bedeutung für das Moos ist, daß es

1. die üppige Entwicklung des Protonema hindert, seinen Zerfall in Brutzellen fördert und dadurch für die raschere Verbreitung des Mooses sorgt,
2. die frühere Entstehung der Moosstämmchenknospen bedingt.

2. *Bartramia pomiformis* Hedw.

(Figuren: Seite 58, Seite 64 Nr. 1—4, 9, 11, 17—22, Seite 63 Fig. 11 Nr. 8—10, Seite 66 Nr. 34.)

Literaturangaben[1]):

Gümbel, Seite 582 (P). — Janzen (1913), Seite 36, 37 (S, P, K). — Schoene, Seite 288 (P'). — Servettaz, Seite 124, 127, 128, 135, 204 (P).

Das zur Aussaat verwendete Material stammte aus Kapseln, die ich am 3. Juni 1928 von einer Mauer holte, die sich bei Marburg (Lahn) im Sattel zwischen Augustenruhe und Kirchspitze befindet. Die Sporen von *Bartramia pomiformis* sind kugelig und haben nach meinen Messungen einen Durchmesser von 16—28 μ, im Mittel (das genau wie bei *Ceratodon purpureus* berechnet wurde,) von 21 μ. Die Farbe der Sporen ist, mit bloßem Auge gesehen, rostbraun bis braunschwarz. Das Exospor ist mit zahlreichen dicken Höckern und Warzen, zwischen die sich kleinere einschieben, besetzt (Seite 66 Nr. 34). Sie sind oft durch hellere Linien, die von dem dort dünneren Exospor herrühren, gegeneinander abgesetzt, wie das die mit zwei Keimschläuchen keimende Spore — Seite 58 Nr. 1 — zeigt. Wegen des dicken Exospors sind die Chloroplasten in den Sporen nicht sichtbar. *Bartramia pomiformis* wurde auf Agar-Agar mit der Nährlösung nach Arthur Meyer in der Konzentration II gezogen. Die Kulturen standen zum größten Teil im Freien, im übrigen vor dem Westfenster des Arbeitsraumes. Die erste Aussaat erfolgte am 4. Juni 1928. Die Keimung trat fünf Tage später ein. Dabei vergrößerte sich die Sporenzelle nicht. Schoene und Janzen schreiben, daß die Sporen nur einen Keimschlauch bilden. Ich fand — allerdings selten —, daß drei Fäden aus einer Spore entstehen. Dagegen sah ich in meinen Kulturen ebenso viele Sporen mit zwei Keimschläuchen wie mit einem. Seite 58 Nr. 2—7 geben die Entwicklung eines ersten, Nr. 8—15 die eines zweiten Protonema wieder. Für die Entstehung der Seitenfäden bei *Bartramia pomiformis* gilt das auf Seite 17 Gesagte. Die Protonemafäden wuchsen später in meinen Kulturen in der Hauptsache negativ heliotrop. Sie lagen sehr eng gedrängt aneinander. Dadurch wurde es manchmal schwer, Einzelheiten des älteren Protonema zu verfolgen. Die Luftfäden entstanden sehr spät. Sie stellten sich erst einen Monat nach der Aussaat

1) Es bezeichnet hier und im Folgenden: S = Angaben über Sporen. Ueber die Bedeutung der Buchstaben B, K, P vergl. Fußnote Seite 19.

ein. Die Fäden drangen viel mehr in das Substrat hinein als die von *Ceratodon purpureus*.

Das Protonema kann auf dieselbe Weise wie das von *Ceratodon purpureus* in Brutzellen zerfallen. Ich habe dabei allerdings nur Aufteilung der ursprünglichen Zellen durch Querwände 2., niemals durch Wände höherer Ordnung wahrgenommen — Seite 58 Nr. 17—21. Die Zellen wuchsen während dieses Vorgangs erheblich in die Breite. Sie konnten dann wieder keimen und von neuem Protonemata liefern. Ich habe weder an primärem noch an sekundärem Protonema von *Bartramia pomiformis* eine andere Fortpflanzungsweise als die eben geschilderte gesehen.

Für die Verteilung der Chloroplasten und die Lage des Kerns in der Protonemazelle gilt dasselbe wie für die von *Ceratodon purpureus*. Der junge Kern besitzt nur einen Nucleolus (Seite 64 Nr. 9), der ältere — im lang gestreckten Zustand — mehrere (Seite 64 Nr. 11). Einem sich bildenden Seitenfaden werden ziemlich viele Chloroplasten mitgegeben, so daß sie sich an der Stelle, an der sich ein neuer Seitenfaden bildet, häufen, wie Seite 58 Nr. 16 zeigt.

Die Protonemazellen hatten eine Breite von 8 μ bis 29 μ und eine Länge von 13 μ bis 102 μ.

Schrägstellung der Querwände kam häufiger als bei *Ceratodon purpureus* vor.

Die ersten Moosstämmchenknospen entstanden einen Monat nach der Sporenaussaat. Sie sind die zierlichsten, die ich gesehen habe, und meiner Ansicht nach diejenigen unter allen von mir bearbeiteten Moosen, die sich am besten zu Demonstrationszwecken eignen. Sie sind bei gleicher Blattzahl ungefähr halb so groß wie die Knospen von *Ceratodon purpureus*, wie ein Vergleich der Figuren 3 und 8 der Seite 64 einigermaßen zeigt. Die Entstehung der jungen Stämmchen erfolgte in ähnlicher Weise wie bei *Ceratodon purpureus*. Für die Länge des Knospenstiels gilt dasselbe, was bei der Schilderung des ersten Mooses bereits gesagt wurde. Die Knospen von *Bartramia pomiformis* sind — genau wie ältere Stämmchen — sehr leicht an den eigenartigen Rhizoiden zu erkennen, die aus ihrem Grunde und fast überall an ihrem Rande zahlreicher als bei anderen Moosarten entspringen. Sie unterscheiden sich von anderen durch ihr Aussehen, da sie von Anfang an, mikroskopisch gesehen, bräunlich gefärbt und mit kleineren und größeren Warzen bedeckt sind. Wegen dieser Besonderheit sind sie auf Schnitten einwandfrei zu erkennen. Die Querwände der Rhizoiden von *Bartramia*

pomiformis sind meistens nicht schief gestellt (Seite 64 Nr. 1—4). Wie bei *Ceratodon purpureus* habe ich auch bei *Bartramia pomiformis* die Entstehung der Aufteilungswände in den Segmenten der Knospen nur an Mikrotomschnitten verfolgen können. Das Ergebnis dieser Untersuchungen ist aus den Zeichnungen Fig. 11 Nr. 8—10 ersichtlich. Die Aufeinanderfolge dieser Wände ist dieselbe wie bei *Ceratodon purpureus*. Ich habe sie daher durch die gleichen Linien gekennzeichnet und auch die Hauptsegmentwände wieder dick ausgezogen. Wie aus den Nr. 8—10 hervorgeht, unterscheiden sich die Knospen von *Bartramia pomiformis* dadurch sehr wesentlich von denen von *Ceratodon purpureus*, daß schon die allerersten Segmente Blätter tragen und daher wahrscheinlich eine weitgehendere Aufteilung als die von *Ceratodon purpureus* erfahren. Die Wand d Leitgebs (s. Figur 3) ist vielleicht im zweitältesten (sichtbaren) Segmente von Nr. 9 und im fünftältesten (sichtbaren) Segmente von Nr. 10 aufgetreten. In diesen beiden Segmenten verbindet die Wand e Leitgebs die Wand b mit der Wand c. Fig. 11 Nr. 8 und 9 zeigen Knospen, die die Scheitelzelle längs geschnitten, den einzelligen Stiel und einen Teil des Protonemafadens, aus dem dieser entstanden ist, enthalten. Das junge Stämmchen Nr. 10 besaß einen mehrzelligen Knospenstiel, aus dem bereits Rhizoiden kamen. Dieser letzte Schnitt enthält eine Seitenknospe, deren Scheitelzelle ebenso wie die des Stämmchens längs geschnitten ist. Die Seitenknospe ist — wie das aus der Zeichnung hervorgeht — aus dem Basilarteile des Segmentes entstanden. Sie besitzt bereits ein sichtbares Blatt. Durch die Förderung des Basilarteils ist der obere Teil des Segmentes, aus dem das Blatt des Stämmchens entsteht, im Wachstum etwas gehemmt worden. Dieser Schnitt ist vor allem deswegen bemerkenswert, weil er zeigt, daß sehr junge Stämmchen schon Seitenknospen tragen können. An Querschnitten von Stämmchen von *Bartramia pomiformis* sah ich, daß es $^3/_8$-Blattstellung hat.

Dening konnte beim weiblichen Stämmchen von *Buxbaumia aphylla* (L.) Gesetzmäßigkeiten im Auftreten der Segmentaufteilungswände nicht feststellen. Er sagt (Seite 336): „Nach den in der Literatur vorhandenen Abbildungen junger Stämmchen andrer Laubmoose nehme ich an, daß auch bei diesen die Segmentaufteilung in der typischen Weise nicht gleich in den ersten Segmenten der dreischneidigen Scheitelzelle eintritt.“ Auf Grund meiner Untersuchungen kann ich diese Vermutung nicht bestätigen. Wie aus Fig. 11 Nr. 9

ersichtlich ist, kann bereits in den ersten Segmenten einer Knospe von *Bartramia pomiformis* die Aufteilung der Segmente so vor sich gehen, wie Leitgeb sie angibt. Bei *Ceratodon purpureus* fand ich, wie auch ein Vergleich der Zeichnung Nr. 9 mit den Abb. 12 und 13 der Fig. 11 Seite 63 angibt, keine so weit gehende Aufteilung in den ersten Segmenten wie bei *Bartramia pomiformis*. Es können also die Segmentaufteilungen bei Knospen verschiedener Laubmoosarten verschieden weit vor sich gehen. Wie die ersten Stämmchensegmente einer Moosart durch Wände zerlegt werden, kann man erst von Fall zu Fall an Mikrotomschnitten feststellen.

Der Unterschied in der Größe zweier aufeinanderfolgender Blätter eines Stämmchens ist nicht so bedeutend wie bei *Ceratodon purpureus*, allerdings noch so beträchtlich, daß ich eine nach der Größe geordnete Reihe (Seite 64 Nr. 17 bis 22) erst durch Abpräparieren der ältesten Blätter verschiedener Stämmchen erhielt. In diesen Figuren sind die Hauptsegmente durch dick ausgezogene Linien kenntlich gemacht. Das erste Blatt (Nr. 17) zeigt vier, das zweite (Nr. 18) und dritte (Nr. 19) fünf, das vierte (Nr. 20) sechs, das fünfte (Nr. 21) sieben und das sechste (Nr. 22) acht Segmente. Nr. 17 und 20 waren die beiden untersten Blättchen eines Stämmchens. Für die Aufteilung der Segmente der ersten Blätter gilt dasselbe wie für die von *Ceratodon purpureus*.

3. *Bryum caespiticium* L.

(Figuren: Seite 59 Nr. 1—9, Seite 66 Nr. 43, 44, 45.)

Das zur Aussaat verwendete Material stammte zum Teil von der Friedhofsmauer in Allendorf (Lumda), wo es am 28. Mai 1928 gesammelt wurde, zum Teil holte ich es am 2. Juni 1928 von der Mauer, an der man rechts vorbeikommt, wenn man in Marburg (Lahn), vom Renthof aufsteigend, zum Schloß geht.

Die Sporen von *Bryum caespiticium* sind, mit bloßem Auge gesehen, gelb gefärbt. Sie haben fast glattes Exospor (Seite 66 Nr. 43, 44). Ihre Größe beträgt 10—14 μ, meist 12 μ. Sie enthalten einen großen Oeltropfen oder aber auch zwei kleinere. Die Zahl der Chloroplasten beträgt meistens vier (Seite 66 Nr. 45). Die ersten Sporen wurden am 30. Mai 1928 ausgesät. Die Keimung begann dreißig Stunden später. Die Kulturen standen vor den Südfenstern des Arbeitsraumes

und wurden auf Agar-Agar mit der Nährlösung nach Arthur Meyer in der Konzentration II gezogen. Bei der Keimung riß das Exospor lappig auf und war sichtbar. Das in den Sporen vorhandene Oel wurde beim Wachstum sehr schnell verbraucht. Es war meistens nicht mehr wahrzunehmen, wenn sich die erste Querwand gebildet hatte. Die Sporen entließen fast ausnahmslos zuerst einen Keimschlauch, dem bald darauf ein oder zwei weitere folgten. Die Protonemata wuchsen vollkommen zum Lichte hin, in älteren Kulturen lagen die Fäden parallel nebeneinander. Seite 59 Nr. 1—9 geben das Wachstum eines jungen Vorkeims wieder. Man sieht aus diesen Zeichnungen, daß auch bei *Bryum caespiticium* sich nachträglich neue zwischen schon bestehende Querwände einschieben können. Die ersten Seitenfäden traten vierzig Tage nach der Keimung auf. Sie entstanden auf dieselbe Weise wie die von *Ceratodon purpureus*. Das Luftprotonema bildete sich nach weiteren zehn Tagen.

Der Zerfall in Brutzellen unterschied sich etwas von dem von *Ceratodon purpureus*. Die Zellen der Substratfäden blieben meistens zu mehreren aneinander hängen, ähnlich wie das Seite 60 Nr. 14 für *Leptobryum piriforme* zeigt. Bei den Luftfäden ergriff der Zerfall zuerst die jüngsten Zellen, die sich dann gewöhnlich vollkommen voneinander trennten. An neuen Querwänden habe ich dabei im Maximum solche bis zur dritten Ordnung entstehen sehen. Der Zerfall trat frühestens in Kulturen ein, die einen Monat alt waren. Blattbürtige Protonemata, die ich zum Vergleiche zog, verhielten sich bei dem Zerfall in Brutzellen so wie primäre.

Die Zellbreite der Fäden betrug 8 μ—39 μ, die Zellänge 31 μ—250 μ.

Die ersten Knospen entstanden in vier Monate alten Kulturen.

4. *Pohlia nutans* Lindb.

(Figuren: Seite 59 Nr. 10—21, Seite 66 Nr. 48—51.)

Das zur Aussaat verwendete Material stammte zum Teil von Pflänzchen, die ich am 2. Juni 1928 mit Material von *Bryum caespiticium* von der Mauer holte, an der man auf dem Wege vom Renthof zum Schloß in Marburg (Lahn) vorbeikommt, zum Teil von Stämmchen, die gelegentlich eines botanischen Lehrausfluges von Butzbach am 10. Juni 1928 mitgebracht wurden.

Die Sporen von *Pohlia nutans* sind 9—22 μ, im Mittel 19 μ groß und, mit bloßem Auge gesehen, gelbbraun gefärbt.

Sie haben leicht punktiertes Exospor (Seite 66 Nr. 48, 49). Manchmal enthalten sie Oelkugeln, die bei der Färbung mit Sudanglyzerin sichtbar werden. Die ungekeimten Sporen besitzen meistens acht Chloroplasten, die man bei der Ansicht in Wasser wahrnimmt (Seite 66 Nr. 50, 51). Die erste Aussaat von Sporen erfolgte am 7. Juni 1928. Vier Tage später trat die Keimung ein. Die Protonemata wurden auf Agar mit der Nährlösung nach Arthur Meyer in der Konzentration II gezogen. Die Kulturen standen vor dem Westfenster des Arbeitsraumes. Das lappig aufgerissene Exospor war nur noch bei Färbung sichtbar (Seite 59 Nr. 11). Die Oeltropfen waren sofort nach der Keimung nicht mehr wahrzunehmen (Seite 59 Nr. 10). Aus der Sporenzelle entstanden ein bis vier Keimschläuche. Die Fäden wuchsen anfangs zum Lichte hin, wie aus den Abbildungen Seite 59 Nr. 12—20 hervorgeht, und bedeckten bald einen mehr oder weniger kreisrunden Fleck. Auch beim Protonema von *Pohlia nutans* erfolgte nachträglich eine Einschiebung von Querwänden zwischen schon bestehende, wie ein Vergleich der Nr. 18—20 lehrt.

Bei der Brutzellenbildung habe ich an neu entstehenden Querwänden nur solche zweiter Ordnung wahrgenommen. Seite 59 Nr. 21 zeigt einen zerfallenen Faden, dessen Zellen zum größten Teil wieder zu jungen Protonemata ausgewachsen sind. Aus dieser Abbildung geht hervor, daß die Keimschläuche im allgemeinen nur mehr oder weniger senkrecht zur Richtung der ehemaligen Protonemafäden aus den Brutzellen hervorbrechen. Ich habe nur sehr selten — dies gilt für alle von mir untersuchten Moose — bei Brutzellen Keimschläuche aus anderen Teilen entstehen sehen, als solchen, welche ehemals der Außenwand des Protonemafadens angehörten.

Die Breite einer Protonemazelle betrug 8 μ—26 μ, die Länge 17 μ—169 μ.

Die ersten Knospen entstanden in neun Monate alten Kulturen.

5. *Leptobryum piriforme* (L.) Schpr.

(Figuren: Seite 60, Seite 66 Nr. 46, 47.)

Das zur Aussaat verwendete Material holte ich am 2. Juni 1928 von derselben Mauer, an der ich *Bryum caespiticium* und *Pohlia nutans* fand (s. S. 32, 33).

Die Sporen sind, mit bloßem Auge gesehen, gelb gefärbt. Sie haben ein dünnes Exospor, das nur eine ganz feine Punk-

tierung aufweist (Seite 66 Nr. 46) und sind 10—16 μ, meistens 12 μ groß. Bei der Ansicht in Wasser zeigen sie 2, 4 oder im Maximum 8 Chloroplasten, stets eine größere Oelkugel, manchmal auch kleine Oeltropfen (Seite 66 Nr. 47). Die ersten Sporen wurden am 13. Juni 1928 ausgesät und keimten am 15. Juni 1928. Die Kulturen wurden auf Agar mit der Nährlösung nach Arthur Meyer in der Konzentration II gezogen und standen vor den Südfenstern des Arbeitsraumes. Die Lage des ersten Keimschlauches wurde nicht durch die Lichtrichtung bestimmt, wie Seite 60 Nr. 1 zeigt. Im Maximum entsandte die Sporenzelle drei Fäden. Die Oelkugeln der Sporen wurden während des Protonemawachstums immer kleiner. Fünfzellige Vorkeime enthielten kein Oel in der Sporenzelle mehr. Die Fäden wuchsen zum Lichte hin. Seite 60 Nr. 2—11 geben die Entwicklung eines Protonema wieder, das aus einer am 17. Juni 1928 einzeln ausgesäten Spore entstanden war. Sie entsandte einen Keimschlauch, der am 30. Juni am Ende seiner ersten Zelle einen Seitenfaden bildete. Dieser entwickelte sich in den folgenden Tagen sehr stark und erweckte dadurch den Eindruck, als ob er der Hauptfaden wäre. Wie Vergleiche der Nr. 4, 5 einerseits und 6, 7 andrerseits zeigen, können sich auch bei *Leptobryum piriforme* nachträglich zwischen schon bestehende Querwände neue einschieben. Die Strichzeichnung Seite 60 Nr. 11 lehrt, daß die einzelnen Fäden sehr weit auseinander wuchsen. Am 4. August 1928 entstand das erste Luftprotonema, für dessen Bildung dasselbe wie für das von *Ceratodon purpureus* gilt. In der folgenden Zeit erreichten die Luftfäden eine Höhe von 3 mm. Sie legten sich oft aneinander — so häufig wie bei keinem anderen Moose — so daß sie manchmal den Eindruck eines Blattes machten (Seite 60 Nr. 12). Am 5. Oktober 1928 hatte das in den Nr. 2—11 der Seite 60 dargestellte Protonema einen Durchmesser von 35 mm und besaß die ersten Knospen. Im Dezember 1928 bedeckte es nicht nur die ganze Schale, sondern war auch zum großen Teil durch den Agar-Agar hindurchgewachsen. Am 11. Juni 1929 trugen einzelne Stämmchen Antheridien.

Sammelkulturen verhielten sich nicht anders als diese Einzelkultur.

Die Brutzellenbildung trat in den am 13. Juni 1928 angelegten Kulturen Ende Oktober 1928 ein. Der Zerfall der Substratfäden ging sowohl in der für *Bryum caespiticium*, wie in der für *Ceratodon purpureus* geschilderten Weise vor

sich. Dabei entstanden Querwände bis zur 3. Ordnung. Die Wände der Brutzellen — dies gilt für alle von mir beobachteten Moose, die Brutzellen bildeten — waren dicht mit Chloroplasten ausgelegt. Seite 60 Nr. 14 zeigt eine ehemalige Zelle eines in Zerfall geratenen Fadens, die bereits durch eine Querwand zweiter und zwei Querwände dritter Ordnung gegliedert ist. Solche Zellen wie diese blieben bei *Leptobryum piriforme* häufig in Zusammenhang. Sie waren gleichsam kurze Brutfäden, die sich bei der Keimung nicht anders wie gewöhnliche Brutzellen verhielten. Das Luftprotonema habe ich niemals zusammenhängende, sondern nur einzelne Zellen bilden sehen. Dabei kam es häufig vor, daß an einem noch nicht zerfallenen Faden viele Zellen, die von anderen Luftfäden herrührten, hingen. An ihrer Aneinanderreihung war oft noch deutlich zu erkennen, daß sie verschiedenen Fäden angehört hatten (s. Seite 60 Fig. 13).

Zum Vergleiche mit primärem zog ich blattbürtiges Protonema, das außer den eben beschriebenen Brutzellen noch Brutkörper aufwies. Sie waren mit bloßem Auge sichtbar, entstanden niemals an Luft-, sondern nur an Substratfäden und ähnelten kleinen, braunen Fußbällen.

Die Zellbreite des Protonema betrug 4 μ—35 μ, die Zelllänge 9 μ—155 μ.

6. ***Funaria hygrometrica*** (L.) Sibth.

(Figuren: Seite 61, Seite 63 Fig. 11 Nr. 1—7, Seite 66 Nr. 41, 42.)

Literaturangaben[1]).

Brown, Seite 392—394 (P), Seite 395 (K). — Gurlitt, Seite 283 bis 311 (P). — Janzen (1909), Seite 4—10 (S, P, K). — Patschovsky, Seite 115 (R). — Schimper, Seite 4—6 (S, P, K), Seite 46 (B). — Schoene, Seite 288, 289 (R). — Servettaz, Seite 124, 127 (P). — v. Ubisch, Seite 546—551 (P).

Ueber die Keimung der Sporen, über das Protonema und über die Entstehung der Knospen dieses Mooses finden sich viele Angaben in der Literatur. Das liegt wohl einerseits daran, daß das Moos sehr häufig vorkommt und fast während des ganzen Sommers hindurch fruchtet, andrerseits an der Leichtigkeit, mit der es sich kultivieren läßt.

Das zur Aussaat verwendete Material brachte ich zum Teil gelegentlich eines botanischen Lehrausfluges vom Hainstein bei Lollar am 12. Mai 1928 mit, zum Teil reifte es

1) Es bedeutet R = Angaben über Rhizoiden und chlorophyllarme Keimfäden. Ueber die Bedeutung der Buchstaben K, P, S, B vergl. Fußnote S. 19 und S. 29.

während des Sommers 1928 im Botanischen Garten zu Marburg (Lahn).

Der Durchmesser der Sporen von *Funaria hygrometrica* beträgt 12—20 μ, in der Mehrzahl der Fälle 16 μ. Das dicke Exospor ist, mit bloßem Auge gesehen, ockergelb gefärbt und läßt keine Chloroplasten durchschimmern. Die Rückenseite zeigt eine Streifung, die von ganz kleinen Erhebungen auf dem Exospor herrührt (Seite 66 Nr. 41, 42). Die erste Aussaat von Sporen erfolgte am 13. Mai 1928 auf Agar mit der Nährlösung nach Arthur Meyer in der Konzentration II. Die Keimung begann bereits zwei Tage später. Schimper und Servettaz beobachteten die Keimung am 4. Tage, v. Ubisch am 3. Tage nach der Aussaat. Wahrscheinlich erklärt sich die Differenz in der Keimzeit durch verschiedene Versuchsbedingungen (z. B. durch verschieden starke Beleuchtung und Temperatur). Später wurden auch Kulturen auf Agar-Agar mit der Nährlösung nach Arthur Meyer in den Konzentrationen I und III und auf Agar-Nährboden gezogen, der den auf heißem und kaltem Wege hergestellten Auszug von Walderde enthielt. Diese Erde wurde einer im Walde abgebrannten Stelle entnommen, an der *Funaria hygrometrica* wuchs. Die Kulturen standen vor den Südfenstern des Arbeitsraumes und im Freien. Bei der Keimung riß das Exospor lappig auf und blieb an der vergrößerten Sporenzelle hängen. Meine Untersuchungen an Protonemata, die auf Agar-Agar mit der Nährlösung nach Arthur Meyer in der Konzentration II wuchsen, stimmen zum größten Teil mit denen Schoenes überein. Ich fand, daß sich an der Sporenzelle stets entweder gleichzeitig oder nacheinander zwei Ausstülpungen bildeten. Beide wuchsen ebenso häufig zu grünen Keimfäden aus, wie eine der Vorstülpungen einen chlorophyllarmen, einzelligen, die andere einen chlorophyllreichen, mehrzelligen Keimschlauch ergab. Bei der Keimung der Sporen mit zweierlei Keimfäden sind folgende drei Fälle zu unterscheiden:

1. der chlorophyllarme Keimfaden entstand zuerst (Seite 61 Nr. 3),
2. beide Arten von Keimfäden entstanden gleichzeitig (Seite 61 Nr. 2),
3. der chlorophyllreiche Keimfaden entstand zuerst (Seite 61 Nr. 1).

Von diesen drei Möglichkeiten trat die erste am häufigsten, die dritte am seltensten ein. Der chlorophyllarme Keimfaden war viel schmaler als der chlorophyllreiche, hatte oftmals

eine unregelmäßige Gestalt und blieb meistens einzellig. Querwände, die sich in ihm bildeten, standen wirklich quer oder schief. Er besaß wenige kleine Chloroplasten. Seite 61 Nr. 1—3 stellen auf Agar-Agar mit der Nährlösung nach Arthur Meyer in der Konzentration II gekeimte Sporen dar.

Da ich wissen wollte, wie sich Sporen von *Funaria hygrometrica* bei ihrer Keimung auf Böden mit starker Nährsalzkonzentration verhielten, säte ich sie auf Agar-Agar mit Walderdeauszug aus. Die Keimung begann wie in anderen Kulturen nach zwei Tagen, in einigen schon nach 18 Stunden. Jedoch boten die jungen Protonemata dieser Schalen ein vollkommen anderes Aussehen als die, die ich bis dahin gezogen hatte. Chlorophyllarme Keimfäden traten bei ihnen niemals auf. Die Zahl der Chloroplasten hatte sich — im Vergleich zu denen von Vorkeimen andrer Nährböden — verringert, ihre Größe dafür aber gesteigert. Sie nahmen häufig die Breite eines Fadens ein, sahen lebhaft grün aus und färbten sich bei Zusatz von Jodjodkalium dunkel. Die Figuren Seite 61 Nr. 2 stellen solche jungen Protonemata dar.

Nachdem ich Protonemata auf Agar mit Walderdeauszug kultiviert hatte, ging ich dazu über, *Funaria hygrometrica* auf Agar mit der Nährlösung nach Arthur Meyer in der Konzentration III zu ziehen. Auch auf diesem Nährboden blieb der chlorophyllarme Keimfaden aus. Die Protonemata machten einen sehr kräftigen Eindruck, obwohl sie nicht so aussahen wie die, die auf Agar mit Walderdeauszug wuchsen.

Gurlitt hat bereits gefunden, daß die Ausbildung des chlorophyllarmen Keimfadens von *Funaria hygrometrica* von der Nährstoffkonzentration abhängig ist und eingehende Versuche darüber angestellt. Ich habe daher auf ähnliche Untersuchungen verzichtet.

Nr. 3—13 Seite 61 geben die Entwicklung eines Vorkeims auf Agar mit der Nährlösung nach Arthur Meyer in der Konzentration II wieder. Die Sporenzelle entsandte zwei Keimschläuche. Das Luftprotonema bildete sich bereits am 29. Mai 1928. Für das Wachstum und die Entstehung der Seiten- und der Luftfäden gilt dasselbe wie für die der anderen bereits beschriebenen Moose. Nachträgliche Einschiebung von Querwänden habe ich jedoch nicht beobachtet.

Die kugelig aussehenden Brutzellen entstanden auf dieselbe Weise wie bei den anderen von mir beobachteten Moosen. Im Maximum traten dabei Querwände bis zur 3. Ord-

nung auf. Servettaz (S. 146) erwähnt, daß in der Natur diese Fortpflanzungszellen durch Wind und Wasser verbreitet werden. Daß sie durch Wasser an einen anderen Ort gespült werden können und dann dort zu neuen Protonemata auswachsen, habe ich häufig bei meinen Schalenkulturen beobachtet.

Zum Vergleiche mit primärem zog ich blattbürtiges Protonema. Dabei fand ich, daß letzteres — und zwar bedeutend auffälliger als bei anderen Moosen — in viel kürzerer Zeit als Vorkeime aus Sporen (in etwa 10 Tagen) Moosknospen hervorbringt. Am sekundären Protonema von *Funaria hygrometrica* beobachtete ich außer den Brutzellen (s. oben), wie sie auch am primären auftreten, solche mit typischen Trennzellen oder „Tmemen", wie sie Correns (Untersuchungen . . . S. 156, 157) genannt hat. Wenn man die Fortpflanzung eines aus Sporen gewonnenen Vorkeims studieren will, darf man — meiner Ansicht nach — keine Kulturen benutzen, die bereits Knospen oder Stämmchen enthalten; denn diese können sich auf das Substrat legen und zu sekundärem Protonema auswachsen, dessen Fortpflanzungsorgane man dann leicht für solche des primären halten kann, zumal die Fäden der auf verschiedene Weise entstandenen Vorkeime sich äußerlich gar nicht voneinander unterscheiden.

Ich zog von *Funaria hygrometrica* über siebzig Kulturen primärer Protonemata und fand in keiner Brutzellen mit Tmemen, entdeckte diese dagegen sofort am ersten blattbürtigen Protonema.

Schon bei *Leptobryum piriforme* hatte ich Aehnliches beobachtet. Am primären Protonema dieses Mooses bildeten sich niemals, am sekundären stets Brutkörper.

Wegen dieser beiden Tatsachen: nämlich wegen der Verschiedenheit der Fortpflanzungsorgane des sekundären gegenüber denen des primären sowie wegen der schnelleren Entstehung von Moosknospen am sekundären Protonema glaube ich, annehmen zu dürfen, daß das sekundäre Protonema von vornherein anders organisiert ist als das primäre.

Die Protonemazelle von *Funaria hygrometrica* hatte eine Breite von 5 μ—31 μ und eine Länge von 16 μ—267 μ.

Die Moosstämmchenknospen entstanden am primären Protonema fünf Wochen nach der Aussaat der Sporen. Es gelang mir, ein Stämmchen eine Zeitlang zu beobachten (S. 63 Fig. 11 Nr. 1—7). Die Knospen von *Funaria hygrometrica* waren bedeutend größer als die von *Ceratodon purpureus*.

7. *Grimmia pulvinata* (L.) Smith.

(Figuren: Seite 62 Nr. 1—21, Seite 66 Nr. 37, 38.)

Literaturangaben[1]):

Servettaz, Seite 124, 127, 130, 131, 154, 207 (P).

Das zur Untersuchung verwendete Material stammte vom Alpinum des Botanischen Gartens zu Marburg (Lahn). Die reifen Kapseln wurden am 3. Juni 1928 gesammelt.

Die Sporen sind, mit bloßem Auge gesehen, bräunlichgelb gefärbt und 8—12 μ, im Mittel 10 μ groß (das Mittel wurde wie bei den anderen Sporengrößen berechnet). Sie haben schwach punktiertes Exospor (Seite 66 Nr. 38). Bei Beobachtung in Wasser sieht man 2—4 Chloroplasten (Seite 66 Nr. 37). Die erste Aussaat erfolgte am 4., die Keimung trat am 9. Juni 1928 ein. Die Kulturen wurden auf Agar-Agar mit der Nährlösung nach Arthur Meyer in der Konzentration II gezogen. Nach der Keimung war das Exospor meistens nur noch nach Färbung sichtbar. Der erste Teil des Protonemawachstums unterschied sich von dem aller anderen von mir untersuchten Moose. Die Sporenzelle schwoll unter gleichzeitiger Chloroplastenvermehrung stark an, wurde länglich und teilte sich durch eine Querwand (Seite 62 Nr. 1). Jede der so gebildeten Zellen schob abermals eine Wand ein, so daß nunmehr vier Zellen fast in Quadrantenform nebeneinander lagen (Seite 62 Nr. 2). Jede von ihnen konnte zu einem Keimfaden auswachsen. Nr. 3—10 geben das Wachstum eines Vorkeims wieder. Man sieht an ihnen, daß sich das Luftprotonema zwar schon verhältnismäßig früh bildete, daß das Protonema aber sehr langsam wuchs. Die nachträgliche Einschiebung von Querwänden habe ich nur sehr selten bei Protonemata von *Grimmia pulvinata* beobachtet. Für die Entstehung der Seitenfäden gilt fast dasselbe wie für die anderer Moose. Die Wand, die den Nebenfaden vom Hauptfaden trennen soll, trifft meistens auf eine Querwand des letzteren, wie aus der Zeichnung Seite 62 Nr. 11 hervorgeht. Ich habe sie dagegen niemals an die Längswand des Hauptfadens ansetzen sehen. Aus den Zeichnungen Nr. 3—10 erkennt man, daß die einzelne Protonemazelle meistens kaum länger als breit, oft sogar breiter als lang ist und daß die Protonemafäden sehr eng gedrängt aneinander wachsen. Dieser kompakte Eindruck des Protonema

1) Vergl. Fußnote S. 19.

wurde bereits von Servettaz festgestellt; er findet sich nicht nur bei *Grimmia pulvinata*, sondern auch bei *Grimmia apocarpa*. Wenn man Protonemata verschiedener Moose unter gleichen Bedingungen zieht, erkennt man diese beiden *Grimmia*arten ohne weiteres an ihrem kompakten Aussehen. Aber noch eine Besonderheit hat das Protonema von *Grimmia pulvinata*, wenn es etwas erstarkt ist. Die Seitenfäden 1. Ordnung entstehen nämlich mit großer Regelmäßigkeit, die nur selten unterbrochen wird, abwechselnd rechts und links am Hauptfaden (Seite 62 Nr. 11). Vilhelm hat Sporen von *Grimmia montana* keimen lassen und schließt aus ihren Protonemata, daß sie für die Systematik der *Grimmiaceen* ohne Bedeutung sind. Ich kann auf Grund meiner Untersuchungen nicht derselben Meinung sein, möchte mich aber auch nicht ohne weiteres der Ansicht von Servettaz anschließen, der das kompakte Wachstum des Protonema (wie bei *Grimmia pulvinata)* für typisch für diejenigen Moose hält, die sehr starker Sonne und Hitze ausgesetzt sind, da ich noch zu wenig Vorkeime von Moosen, die auf Felsen und unter gleichen Bedingungen wie *Grimmia pulvinata* wachsen, untersucht habe. Ich muß allerdings gestehen, daß mir die Ansicht von Servettaz eher zusagt als die von Vilhelm.

Der Zerfall des Protonema von *Grimmia apocarpa* erfolgte unter Wachstum der Zellen in die Breite, Abrundung dieser Zellen und Auflösung der Mittellamelle. Neue Querwände habe ich dabei niemals entstehen sehen. Ich habe den Zerfall nur sehr selten beobachten können, da die Protonemafäden so dicht neben- und übereinander weg wuchsen, daß oft — selbst bei stärkster Vergrößerung — keine Unterscheidung der Fäden voneinander möglich war.

Die Protonemazelle besaß eine Breite von 9 μ—30 μ, eine Länge von 14 μ—119 μ.

Die ersten Knospen entdeckte ich in neun Monate alten Kulturen. Zeichnungen von ihnen anzufertigen, war wegen des dichten, fast keinen Lichtstrahl durchlassenden Protonema unmöglich. Eine Einzelkultur besaß, als sie in ihrem neunten Monate die ersten Knospen hervorbrachte, einen Durchmesser von 3 cm, eine Größe also, die auch Moospolster von *Grimmia pulvinata* häufig in der Natur haben.

8. *Grimmia apocarpa* (L.) Hedw.

(Figuren: Seite 62 Nr. 12—32, Seite 66 Nr. 35, 36.)

Das zur Untersuchung verwendete Material wuchs am Alpinum des Botanischen Gartens zu Marburg (Lahn). Die reifen Kapseln wurden am 4. Juni 1928 gesammelt.

Die Sporen haben einen Durchmesser von 8—10 μ, im Mittel von 9 μ. (Das Mittel wurde wie bei früheren Messungen berechnet.) Die Sporen sind, mit bloßem Auge gesehen, gelblich-bräunlich gefärbt. Sie haben ziemlich dickes Exospor. Die Rückenseite ist zwar schwach, aber doch noch etwas deutlicher punktiert als die Tetraederseite (Seite 66 Nr. 36). Das Exospor läßt bei der Ansicht in Wasser meistens zwei Chloroplasten durchschimmern (Seite 66 Nr. 35). Die erste Aussaat erfolgte am 7. Juni 1928. Am 16. Juni 1928 trat die Keimung ein. Die Kulturen wurden auf Agar-Agar mit der Nährlösung nach Arthur Meyer in der Konzentration II gezogen und standen vor einem Südfenster des Arbeitsraumes. Nach der Keimung hing das Exospor bei älteren Protonemata noch der Sporenzelle an, wie Nr. 32 (Seite 62) zeigt. Ich habe es in dieser durch Schwärzung kenntlich gemacht. Am 3. Juli 1928 waren die am 7. Juni 1928 angelegten Kulturen zum größten Teil erst zweizellig und wuchsen auch in der folgenden Zeit sehr langsam, noch langsamer als die von *Grimmia pulvinata*. Die ersten Protonemastadien sahen nicht so wie die von *Grimmia pulvinata* aus, sondern so, wie die Figuren Seite 62 Nr. 12—15 zeigen. Nr. 12—21 geben die Entwicklung eines im Verhältnis zu anderen Protonemata dieses Mooses schnell wachsenden Vorkeims wieder. Er wurde schon bald recht unübersichtlich. Die Zellen legten sich teils eng zusammen, teils übereinander. Seite 62 Nr. 22—31 zeigen die Entwicklung eines Protonema während der Dauer von vier Monaten. Man sieht aus diesen Zeichnungen, daß für die Entstehung der Seitenfäden dasselbe wie für die von *Grimmia pulvinata* gilt. Später angelegte Kulturen bildeten zwei Monate nach der Keimung die ersten Luftfäden, nach weiteren fünf Monaten die ersten Knospen.

Einen Zerfall in Brutzellen habe ich bei *Grimmia apocarpa* nicht beobachtet.

Die Breite der Protonemazelle betrug 4 μ—24 μ, ihre Länge 11 μ—124 μ.

9. *Mnium hornum* L.

(Figuren: Seite 63 Fig. 9, Seite 66 Nr. 33.)

Ich holte das zur Untersuchung verwendete Material am 5. Mai 1928 aus dem Walde bei Marburg (Lahn) auf dem Wege von der Augustenruhe zur Kirchspitze.

Die Sporen haben einen Durchmesser von 28—42 μ, im Mittel von 34 μ. Sie zeigen, mit bloßem Auge gesehen, eine olivgrüne Farbe, die durch das gelbe, verhältnismäßig dünne Exospor bedingt ist, das zahlreiche Chloroplasten durchscheinen läßt (S. 63 Fig. 9 Nr. 1). Es besitzt warzige Erhebungen (S. 66 Nr. 33), die auch bei der Ansicht in Wasser noch sichtbar sind (S. 63 Fig. 9 Nr. 1). Die meisten Kulturen wurden im Monat Mai 1928 angesetzt und ausnahmslos auf Agar-Agar mit der Nährlösung nach Arthur Meyer in der Konzentration II gezogen. Sie standen vor dem Westfenster des Arbeitsraumes und im Freien. Die Sporen keimten drei Tage nach der Aussaat. Vor der Keimung wuchs der Inhalt der Spore so stark, daß das Exospor platzte und dabei oft, in Fetzen zerrissen, fortgeschleudert wurde. Meistens trieben die Sporen zuerst nur einen langen Schlauch. Dies Stadium wird durch die Zeichnung Figur 9 Nr. 2 wiedergegeben. Dem ersten Hauptfaden folgte früher oder später ein zweiter. Auch Sporen mit drei Keimschläuchen habe ich gesehen, aber sie waren selten. Für die Entstehung der Seitenfäden und die Bildung der Querwände gilt dasselbe wie für die von *Ceratodon purpureus*. Figur 9 Nr. 3—18 stellen einen Vorkeim von *Mnium hornum* an aufeinander folgenden Tagen dar.

Brutzellen habe ich bei *Mnium hornum* nicht beobachtet.

Von allen Moosen, die ich zog, besaß *Mnium hornum* die durchschnittlich breitesten Protonemazellen. Sie hatten eine Breite von 13 μ—49 μ und eine Länge von 31 μ—266 μ. Die Fäden ließen sich bereits mit ganz schwachen Vergrößerungen erkennen und waren sehr widerstandsfähig. Unter allen Vorkeimen, die ich zog, wurden sie beim Ueberpflanzen von einer Schale in die andere niemals beschädigt. Wegen dieser Eigenschaften halte ich das Protonema von *Mnium hornum* für sehr geeignet als Unterrichts- oder Demonstrationsmaterial, zumal es auch langsam wächst, man also ein und dieselbe Kultur ein paar Tage hintereinander benutzen kann.

Die ersten Knospen entstanden Anfang November 1928 in Kulturen, die am 6. August 1928 gesät worden waren. Diejenigen, die im Mai 1928 angelegt wurden, trugen im Januar

1929 die ersten Moosstämmchenknospen, obwohl diese Kulturen alle auf demselben Nähr-Agar vor dem gleichen Fenster gezogen wurden.

10. *Tortula muralis* (L.) Hedw.

(Figuren: Seite 66 Nr. 54–61.)

Literaturangaben[1]):

Westerdijk, Seite 53 (P).

Das zur Untersuchung verwendete Material wurde am 4. Juni 1928 aus dem Botanischen Garten in Marburg (Lahn) geholt.

Die Sporen haben einen Durchmesser von 9–12 μ, im Mittel von 10 μ. Sie sind, mit bloßem Auge gesehen, bräunlich-gelb gefärbt. Das Exospor ist schwach punktiert (Seite 66 Nr. 54, 55). Die Sporen besitzen entweder einen großen Oeltropfen oder aber größere und kleinere Oelkugeln. Ich habe in ungekeimten Sporen meistens zwei, höchstens aber acht Chloroplasten gesehen (Seite 66 Nr. 56, 57). Die erste Sporenaussaat erfolgte am 7. Juni 1928. Die Keimung trat 14 Tage später ein. Die Kulturen wurden auf Agar mit der Nährlösung nach Arthur Meyer in der Konzentration II gezogen und standen vor einem Süd- und dem Westfenster des Arbeitsraumes. Das bei der Keimung gesprengte Exospor klebte noch später in Stücken an der Sporenzelle. In dieser war kein Oel mehr festzustellen, wenn die erste Querwand sich gebildet hatte. Es entstanden nacheinander ein bis drei, meistens zwei Keimschläuche. Die Seitenfäden bildeten sich genau so wie beim Protonema von *Ceratodon purpureus*. Nachträgliche Einschiebung von Querwänden habe ich außer bei Brutzellen niemals gesehen. Es traten häufig einzellige Seitenfäden auf, die rundlich wie diejenigen in der Figur Seite 66 Nr. 58 waren. Sie wurden erst spät mehrzellig. Westerdijk beobachtete bereits Aehnliches an sekundärem Protonema von *Tortula muralis*. Der Vorkeim wuchs, ganz gleich, wo er stand — im Gegensatze zu dem aller anderen von mir gezogenen Moose — schon bald nach den ersten Stadien durch den ganzen Nährboden und entzog sich so der Beobachtung.

Die Brutzellenbildung ging zum Teil so vor sich wie bei *Ceratodon purpureus*, zum Teil aber schritt der Zerfall von den jüngsten zu den ältesten Zellen eines Fadens fort, wie

1) Vergl. Fußnote S. 19.

Seite 66 Nr. 59—61 zeigen. (Diese Stadien erinnerten mich etwas an die Konidienbildung der Pilze.) Bei dem Zerfall des Protonema in Brutzellen sah ich nur Querwände bis zur 2. Ordnung entstehen.

Die Protonemazelle hatte eine Breite von 7 μ—30 μ, eine Länge von 16 μ—240 μ.

Die ersten Moosstämmchenknospen beobachtete ich in vier und sieben Monate alten Kulturen.

11. *Polytrichum formosum* Hedw.

(Figuren: Seite 64 Nr. 12, 13, Seite 66 Nr. 1—13, 52, 53, 62.)

Das erste zur Untersuchung verwendete Material stammte aus teilweise entleerten, vorjährigen Kapseln, die ich am 28. April 1928 zwischen Wehrshausen und der Damm-Mühle fand. Im Spätsommer 1928 holte ich reife Kapseln aus dem Walde hinter dem Michelchen bei Marburg (Lahn).

Die Sporen haben einen Durchmesser von 10—16 μ, im Mittel von 12 μ und sind, mit bloßem Auge gesehen, ockergelb bis gelbbraun gefärbt. Sie sind fein punktiert (Seite 66 Nr. 52) und enthalten bis zu acht Chloroplasten und einen großen oder mehrere kleine Oeltropfen (Seite 66 Nr. 53). Die ersten Sporen wurden am 8. Juni 1928 ausgesät, die Keimung trat nach fünf Tagen ein. Die Kulturen standen im Freien, vor einem Süd- und dem Westfenster des Arbeitsraumes und wurden zuerst auf Agar-Agar mit der Nährlösung nach Arthur Meyer in den Konzentrationen I und II gezogen. Von dem Oelgehalt der Sporen war nichts mehr wahrzunehmen, sobald die Protonemata dreizellig waren. Da die Kulturen bei Anwesenheit der Nährlösung nach Arthur Meyer nur schlecht gediehen — es gelang mir bis zum Oktober 1928 trotz mehrfacher Bemühungen nicht, Zeichnungen ein und desselben Protonema an aufeinander folgenden Tagen zu erhalten —, so stellte ich Nährböden mit Knopscher Nährlösung her und pflanzte auf diese einzellige Vorkeime, die auf dem Agar mit der Nährlösung nach Arthur Meyer nicht recht wachsen wollten. Außerdem säte ich Sporen auf die neu ausgegossenen Böden, die die Knopsche Nährlösung enthielten, aus. Daß die Protonemata auf ihnen gediehen, zeigen die Figuren Seite 66 Nr. 1—13, die das Wachstum ein und desselben Vorkeims an aufeinanderfolgenden Tagen wiedergeben. Als dieser einundzwanzig Zellen besaß, hatten andere Protonemata, die zu gleicher Zeit durch Aussaat von Sporen auf Agar mit der Nährlösung nach Arthur Meyer

gewonnen waren, erst eine Größe von drei Zellen. Die Sporenzellen entließen zuerst alle einen Keimschlauch, der sofort zum Lichte hinwuchs. Ein zweiter entstand erst spät. Auch Seitenfäden bildeten sich erst nach längerer Zeit, wie die dritt- und sechstjüngste Zelle der Seite 66 Nr. 13 zeigen. Ueber ihre Entstehung ist dasselbe wie über die von *Ceratodon purpureus* zu sagen. Auch neue Querwände konnten sich nachträglich zwischen ältere einschieben. Sowohl Substrat- wie Luftfäden zeigten häufig schräg gestellte Querwände mit manchmal sohlenförmiger Biegung (Seite 66 Nr. 62). Unter allen Protonemata, die ich beobachtete, habe ich bei *Polytrichum formosum* die meisten schräg gestellten Querwände gesehen. Die Substratfäden im Nährboden waren, im Gegensatze zu denen anderer Moose, fast chlorophyllfrei.

Brutzellen bildeten sich in der für *Ceratodon purpureus* beschriebenen Weise. Dabei entstanden Querwände bis zur 3. Ordnung.

Die Protonemazelle hatte eine Breite von 10 μ—34 μ, eine Länge von 20 μ—240 μ.

Die ersten Knospen entdeckte ich in vier Monate alten Kulturen. Nr. 12 und 13 Seite 64 geben zwei junge Stämmchen wieder.

12. *Georgia pellucida* (L.) Rabenh.

(Figuren: Seite 64 Nr. 5, Seite 65, Seite 66 Nr. 14–27, 39, 40.)

Literaturangaben[1]):

Berggren, Seite 1—8 (S, P. Protonemablatt, K). — Correns (1899), Seite 197, 198 (P, Protonemablatt, Protonemabäumchen). — Janzen (1913). Seite 47—49 (S, P). — Jongmans, Seite 133—136, 138 (P, Protonemablatt, K).

Das zur Aussaat verwendete Material wurde am 19. Juli 1928 aus dem Gelände an der Knutzbach bei Marburg (Lahn) geholt.

Die Sporen haben einen Durchmesser von 10—13 μ, meistens einen von 12 μ und weisen, mit bloßem Auge gesehen, eine gelbliche Farbe auf. Das Exospor ist ziemlich glatt (Seite 66 Nr. 39). Legt man die Sporen in Wasser, so sieht man acht, selten weniger, im Minimum vier Chloroplasten (Seite 66 Nr. 40). Die ersten Sporen wurden am 20. Juli 1928 ausgesät. Die Keimung begann elf Tage später. Die Kulturen wurden auf Agar-Agar mit der Nährlösung nach

1) Vergl. Fußnoten S. 19 und 29.

Arthur Meyer in der Konzentration II gezogen. Sie standen bis in den Winter 1928/29 hinein vor dem Westfenster, später vor einem Südfenster des Arbeitsraumes. Jede Spore bildete zuerst einen Keimschlauch, dem bald darauf, in einem rechten Winkel zum ersten, ein zweiter folgte. Diese Formen werden bereits von Janzen beschrieben. Nr. 1—15 Seite 65 stellen das Wachstum eines Protonema dar. Für die Entstehung der Seitenfäden und die nachträgliche Einschiebung der Querwände gilt dasselbe wie bei *Ceratodon purpureus*. Im Oktober 1928 wuchs in drei Monate alten Kulturen das erste Luftprotonema. Es bestand aus Fäden, die die zwei- bis vierfache Dicke eines gewöhnlichen Substratfadens besaßen. Im Oktober hatte jedes Protonema, das etwa zwei- bis dreimal so groß war wie das durch die Nr. 15 (Seite 65) dargestellte, bereits etwa zwei solcher Luftprotonemaäste, wie sie durch die Fig. 12 Nr. 16 wiedergegeben werden. Sie machten bald den Eindruck eines Gestrüpps und unterschieden sich in ihrem Wachstum fast durch nichts von dem des Substratprotonema. Nur entstanden manchmal bei diesen Luftfäden auch Längswände, wie aus den Nr. 14—27 Seite 66 hervorgeht. Ich möchte sie nicht Protonemabäumchen nennen, denn dieser Ausdruck ist für eine besondere Art von Assimilationsorganen festgelegt. Kühn nennt die Protonemakörper bei *Andreaea*, die in die Luft ragen und fädige Verzweigungen bilden können, „Vorkeimbäumchen", Correns fand bei *Georgia pellucida* mehrschichtige „Protonemabäumchen", die bei weitem nicht so verzweigt sind wie die Luftfäden, die ich beobachtete. In meinen Kulturen habe ich derartige Bäumchen nie gesehen. Correns selbst hält sie für anormale Erscheinungen, die durch mangelhafte Ernährung und Beleuchtung hervorgerufen werden können, da er in der Natur derartige Gebilde nie fand. Außer dicken beobachtete ich vereinzelt dünne Luftfäden, deren Zellbreite sich nicht von der der Keimschläuche unterschied. Das erste Protonemablatt bildete sich Ende Oktober 1928 in einer am 20. Juli 1928 angelegten Kultur. Es wuchs zuerst wie ein dickzelliger Luftfaden mit einschneidigem Scheitel. Dann teilten sich die Zellen unterhalb des Scheitels mehrfach längs (Seite 65 Nr. 17), darauf auch der Scheitel (Nr. 18). Die am nächsten dem Substrat anliegenden Zellen des Blattes schoben Quer- und Längswände ein und bildeten dadurch den sogenannten Stiel (Seite 64 Nr. 5). Die Figuren Seite 65 Nr. 17 und 18 stellen die Entwicklung eines ersten, Nr. 19 bis 28 die eines zweiten Protonemablattes unter Weglassung

des Stieles dar. Man sieht an ihnen, daß in der Scheitelzelle eine Längswand auftritt, worauf eine Aufteilung mittels perikliner und antikliner Wände erfolgt. In diesen Zeichnungen habe ich die Hauptsegmente, also die Querwände, die durch das Wachstum der Scheitelzelle gebildet wurden, dick ausgezogen. Die erste Aufteilungswand eines Segments habe ich durch Striche, die mit Punkten abwechseln, die zweite durch längsverlaufende Strichelung, die dritte durch Punktierung, die vierte durch querverlaufende Strichelung, die fünfte durch lang ausgezogene Striche, die sechste durch Kreuze kenntlich gemacht. Daß die einschneidige Scheitelzelle lange erhalten bleiben kann, zeigt Seite 65 Nr. 29. Einen anderen als einen einschneidigen Scheitel habe ich beim Protonemablatt von *Georgia pellucida* nie beobachtet. Meine Untersuchungen stimmen also in diesem Punkte nicht mit denen von Correns und Jongmans überein, decken sich dagegen mit denen Berggrens. Diese Assimilationsorgane können — wie auch bereits von Berggren festgestellt wurde — aus ihrem Grunde neue Protonemablätter, außerdem lappige Formen oder dicke, ja selbst dünne Luftfäden durch Auswachsen einiger Randzellen bilden. Die von mir gefundenen Blätter waren stets einschichtig, höchstens an ihrem Grunde, dort, wo sie in den Stiel übergingen, mehrschichtig. Der Blattstiel war stets ein Zellkörper. Die Protonemablätter stellten sich mehr oder weniger senkrecht zum Lichteinfall und konnten starke Bewegungen ausführen, die die Beobachtung erschwerten.

Beim Zerfall der Substratfäden rundeten sich die Zellen ab, und die Mittellamellen lösten sich auf. Nur Zellen, die von vornherein sehr kurz angelegt waren, lieferten Brutzellen. Neue Querwände habe ich dabei nicht beobachtet.

Die Zellen des Substratprotonema hatten eine Breite von 7 μ—22 μ, eine Länge von 18 μ—107 μ. Die Zellen der dicken Luftfäden hatten eine Breite von 19 μ—38 μ, eine Länge von 19 μ—52 μ.

Die erste Knospe beobachtete ich am 18. November 1928 in einer Kultur, die am 20. Juli 1928 angesetzt wurde (Seite 64 Nr. 5). Die Knospen entstanden so, wie Berggren und Jongmans es beschreiben. Eine Außenzelle an dem Grunde des Protonemablattes wölbte sich vor und teilte sich durch eine zur Oberfläche des Blattes parallel verlaufende Querwand. Die äußere der so entstandenen beiden Zellen wuchs zu einem kräftigen, zwei- bis mehrzelligen Faden aus, dessen Endzelle durch rasch aufeinander folgende

Längsteilungen die dreischneidige Scheitelzelle der Knospe lieferte, oder aber sie bildete durch drei aufeinander folgende Längswände sofort den dreischneidigen Scheitel des zukünftigen Stämmchens. Im Dezember stellte ich die Kulturen vor ein Südfenster des Arbeitsraumes. Dadurch erzielte ich bald sehr viele Knospen und Stämmchen, die alle vom Februar 1929 ab Brutkörbchen trugen. In meinen Kulturen habe ich Brutkörper nur an den Enden von Moosstämmchen gefunden.

III. Zusammenfassung.

Bei den von mir untersuchten Moosen nahm mit dem Alter der Sporen die Keimfähigkeit ab. Die Protonemata hatten in der Hauptsache Spitzenwachstum. Neue Seitenfäden entstanden vorzugsweise am Ende von Zellen und trennten sich von ihnen durch Wände, die meistens dieselbe Richtung wie die Außenwandung des Hauptfadens hatten. Seiten- und Hauptfäden verhielten sich in ihrem Wachstum gleich. Meistens standen die einen Faden gliedernden Wände quer, selten schief.

Chlorophyllarme Keimfäden konnten bei der Keimung von *Funaria hygrometrica* auftreten, an Protonemata anderer Moose habe ich sie nie beobachtet.

Kürzere oder spätere Zeit nach der Keimung bildete sich das Luftprotonema. Es bestand bei den ersten elf aufgeführten Moosen aus Fäden, die sich in ihrem Wachstum genau so verhielten, wie die, welche sich auf dem Substrat hinzogen. Bei *Georgia pellucida* wurde es gebildet:

1. aus dickeren und dünneren Luftfäden,
2. aus Protonemablättern.

Das Luftprotonema wuchs in manchen Kulturen so dicht, daß es die Uebersicht über die auf dem Substrat sich hinziehenden Fäden unmöglich machte.

An den Vorkeimen der meisten Moose entstanden Brutzellen. Dabei konnten die Fäden in die Breite und Länge wachsen und sich zwischen die bereits vorhandenen Querwände neue einschieben. Die Brutzellen trugen zur Vermehrung bei. Wenn die Protonemata ein bestimmtes Alter erreicht hatten, wuchsen die ersten Knospen.

Ich habe in nebenstehender Tabelle die Namen der untersuchten Moose, ihre Sporengröße und Keimdauer, die Art der Nährböden, Breite und Länge der Protonemazellen, sowie Angaben über Brutzellen und Knospenentstehung zusammengefaßt.

Name des Mooses	Sporengrösse	Mittlere Sporengrösse	Verwendete Nährböden 1,5% Agar—Agar mit den Nährlösungen
Ceratodon purpureus	10—16 μ	12 μ	nach Arthur Meyer in den Konzentrationen I und II
Bartramia pomiformis	16—28 μ	21 μ	nach Arthur Meyer in der Konzentration II
Bryum caespiticium	10—14 μ	12 μ	nach Arthur Meyer in der Konzentration II
Pohlia nutans	9—22 μ	19 μ	nach Arthur Meyer in der Konzentration II
Leptobryum piriforme	10—16 μ	12 μ	nach Arthur Meyer in der Konzentration II
Funaria hygrometrica	12—20 μ	16 μ	nach Arthur Meyer in den Konzentrationen I, II, III u. m. Bodenauszug
Grimmia pulvinata	8—12 μ	10 μ	nach Arthur Meyer in der Konzentration II
Grimmia apocarpa	8—10 μ	9 μ	nach Arthur Meyer in der Konzentration II
Mnium hornum	28—42 μ	34 μ	nach Arthur Meyer in der Konzentration II
Tortula muralis	9—12 μ	10 μ	nach Arthur Meyer in der Konzentration II
Polytrichum formosum	10—16 μ	12 μ	nach Arthur Meyer in den Konzentrationen I, II, nach Knop
Georgia pellucida	10—13 μ	12 μ	nach Arthur Meyer in der Konzentration II

frühe Keimung nach der Aussaat	Zellbreite des Protonema	Zellänge des Protonema	Brutzellenbildung	Früheste Knospenentstehung nach der Aussaat
nach $1^7/_{12}$ Tg.	16—51 μ	22—135 μ	dabei Auftreten neuer Querwände bis zur 4. Ordnung	1 Mon. nach der Aussaat
nach 5 Tg.	8—29 μ	13—102 μ	dabei Auftreten neuer Querwände bis zur 2. Ordnung	1 Mon. nach der Aussaat
nach $1^1/_4$ Tg.	8—39 μ	31—250 μ	dabei Auftreten neuer Querwände bis zur 3. Ordnung	4 Mon. nach der Aussaat
nach 4 Tg.	8—26 μ	17—169 μ	dabei Auftreten neuer Querwände bis zur 2. Ordnung	9 Mon. nach der Aussaat
nach 2 Tg.	4—35 μ	9—155 μ	dabei Auftreten neuer Querwände bis zur 3. Ordnung	$3^3/_4$ Mon. nach der Aussaat
nach $^3/_4$ Tg.	5—31 μ	16—267 μ	dabei Auftreten neuer Querwände bis zur 3. Ordnung	$1^1/_4$ Mon. nach der Aussaat
nach 5 Tg.	9—30 μ	14—119 μ	Brutzellenbildung ohne neue Querwände	9 Mon. nach der Aussaat
nach 9 Tg.	4—24 μ	11—124 μ	kein Zerfall beobachtet	7 Mon. nach der Aussaat
nach 3 Tg.	13—49 μ	31—266 μ	kein Zerfall beobachtet	3 Mon. nach der Aussaat
nach 14 Tg.	7—30 μ	16—240 μ	dabei Auftreten neuer Querwände bis zur 2. Ordnung	4 Mon. nach der Aussaat
nach 5 Tg.	10—34 μ	20—240 μ	dabei Auftreten neuer Querwände bis zur 3. Ordnung	4 Mon. nach der Aussaat
nach 11 Tg.	Substratprotonema: 7—22 μ, Luftprotonema: 19—38 μ	Substratprotonema: 18—107 μ, Luftprotonema: 19—52 μ	Brutzellenbildung ohne neue Querwände	4 Mon. nach der Aussaat

Die dreischneidige Scheitelzelle der Knospe bildete sich bei den elf zuerst aufgeführten Moosen aus der Endzelle eines kurzen Luftfadens (Knospenstiel), der sich vom Substrat erhob. Bei *Georgia pellucida* entstanden die Knospen aus dem Grunde der Protonemablätter. Die Aufteilung der Segmente bei Knospen und jungen Stämmchen geht zum Teil so vor sich, wie Leitgeb sie für das *Fontinalis*-Stämmchen angibt. Die Länge des Knospenstieles und die Zeitdauer der Stämmchenentstehung sind von der Lichtintensität abhängig.

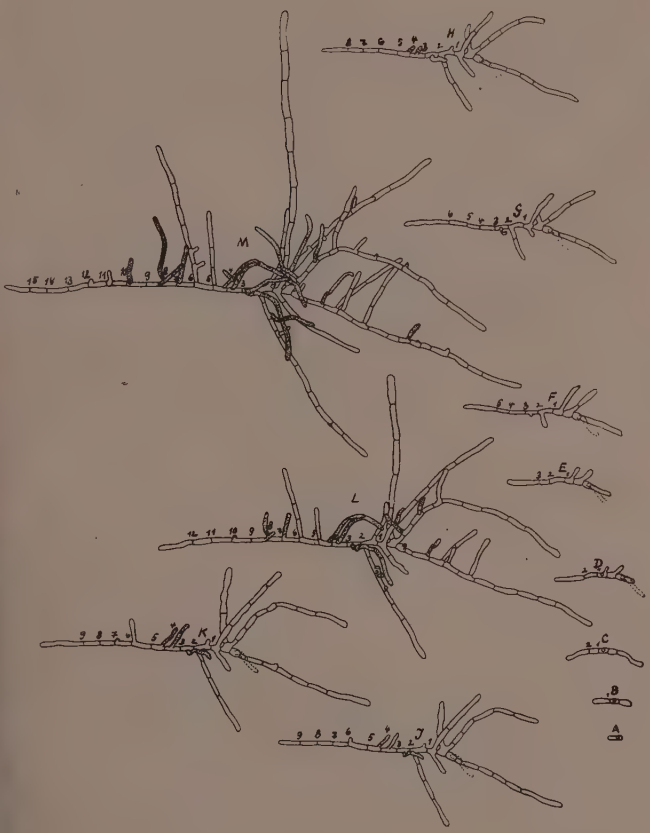
Die vorliegenden Untersuchungen wurden vom Sommer-Semester 1928 bis zum Sommer-Semester 1929 einschließlich im Botanischen Institut der Universität zu Marburg (Lahn) unter Leitung von Herrn Prof. Dr. P. Clausfen ausgeführt, dem ich für die Anregung und Unterstützung zu ganz besonderem Danke verpflichtet bin.

E. Literatur.

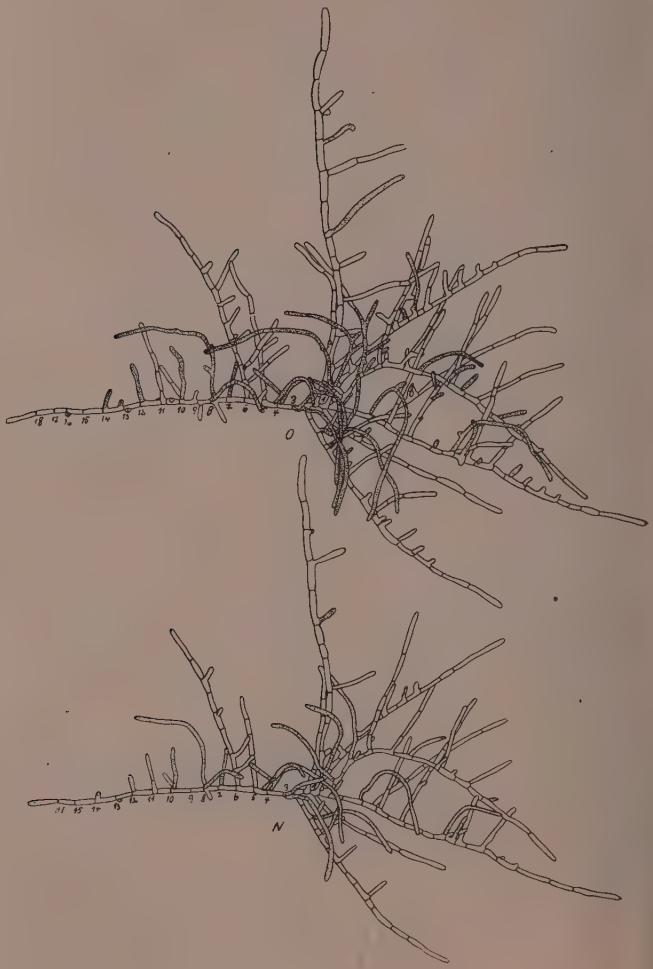
1832. Agardh, C. A.: Lehrbuch der Botanik. 2. Abteilung: Biologie. Aus dem Schwedischen übersetzt von F. C. H. Creplin. Greifswald.
1906. Becquerel, M. Paul: Germination des spores d'*Atrichum undulatum* et d'*Hypnum velutinum*. Revue générale de Botanique. Paris. 18, 49—66.
1908. Behrens, Wilhelm: Tabellen zum Gebrauch bei mikroskopischen Arbeiten. 4. verbesserte Auflage, herausgegeben von Ernst Küster. Leipzig.
1867. Berggreen, S.: Studier öfver Mossornas bygnad och utveckling I. *Andreaeaceae*. Acta Universitatis Lundensis. II. Afdelningen För Mathematik Och Naturvetenskap. Nr. 12.
1870. — —: Studier öfver Mossornas bygnad och utveckling. II. *Tetraphideae*. Acta Universitatis Lundensis. II. Afdelningen För Mathematik Och Naturvetenskap. Nr. 8.
1928. Bernstein, Marie: Versuche über die Lebensdauer der Moossporen. Acta Horti Botanici Universitatis Latviensis. Riga. 33—38.
1896. Berthold, G.: Studien über Protoplasmamechanik. Leipzig.
1836. Bischoff, Gottl. Wilhelm: Lehrbuch der Botanik. Allgemeine Botanik II. Stuttgart.
1919. Brown, Mabel Mary: The development of the gametophyte and the distribution of the sexual characters in *Funaria hygrometrica* (L.) Schreb. American Journal of Botany. 6, 387—400.
1823. Cassebeer, Johann Heinrich: Ueber die Entwicklung der Laubmoose. Frankfurt a. M.
1899. Correns, C.: Untersuchungen über die Vermehrung der Laubmoose durch Brutorgane und Stecklinge. Jena.
1929. Dening, Karl: Entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen an Gametophyten von *Buxbaumia aphylla* (L.). Verhandlungen des Naturh. Vereins d. preuß. Rheinlande u. Westfalens. 85. 305—347.

1781. Ehrhart, F.: Zwei neue Pflanzengattungen. Hannoverisches Magazin. Hannover. **18**, 930—935.
1888. Errera: Vergleiche: 60. Versammlung Deutscher Naturforscher und Aerzte zu Wiesbaden. Sektion für Botanik. Sitzung vom 21. September 1887. Biologisches Zentralblatt. **7**, 728—731.
1905. Giesenhagen, K.: Studien über die Zellteilung im Pflanzenreiche. Stuttgart.
1899. Goebel, K. v: Ueber die Jugendzustände der Pflanzen. Flora. **72**, 1—45.
1896. — —: Ueber Jugendformen von Pflanzen und deren künstliche Wiederhervorrufung. Sitzungsberichte der mathematisch-physikalischen Klasse der k. k. Akademie der Wissenschaften zu München. **26**, 447—497.
1915. — —: Organographie der Pflanzen. 2. Teil, 1. Heft, 770—793. Jena.
1854: Gümbel, W. Theodor: Der Vorkeim. Beitrag zur Entwicklungsgeschichte der Moospflanze. Verhandlungen der Kaiserlich Leopolnisch-Carolinischen Akademie der Naturforscher. **24**, 575—669.
1918: Gurlitt, Ludwiga: Ueber den Einfluß der Konzentration der Nährlösung auf einige Pflanzen. Beihefte zum Botanischen Zentralblatt. **35**, 279—341.
1918. Haberlandt, G.: Physiologische Pflanzenanatomie. Leipzig.
1782. Hedwig, Johannes: Fundamentum Historiae Naturalis *Muscorum frondosorum*. Pars II. Leipzig.
1851. Hofmeister, Wilhelm: Vergleichende Untersuchungen der Keimung, Entfaltung und Fruchtbildung höherer Kryptogamen und der Samenbildung der *Coniferen*. Leipzig.
1854. — —: Zur Morphologie der Moose. Berichte der Königlich Sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften, math.-physik. Klasse. 92—106.
1909. Janzen, P.: *Funaria hygrometrica*. Ein Moosleben in Wort und Bild. Schriften der naturforschenden Gesellschaft in Danzig. **12**, 1—44.
1913. — —: Die Jugendformen der Laubmoose und ihre Kultur. Berichte des westpreußischen Botanisch-Zoologischen Vereins. **35**, 1—62.
1907. Jongmans, W. J.: Ueber Brutkörper bildende Laubmoose. Recueil des travaux botaniques Neerlandais. **3**, 67—162.
1893. Klebs, Georg: Ueber den Einfluß des Lichtes auf die Fortpflanzung der Gewächse. Biologisches Centralblatt. **13**, 641—656.
1874. Kühn, Emil: Zur Entwicklungsgeschichte der *Andreaeaceen*. Schenk u. Luerssen, Mitteilungen aus dem Gesamtgebiete der Botanik. **1**, 1—56.
1915. Lampa, E.: Untersuchungen über die ersten Entwicklungsstadien einiger Moose. Oesterreichische botanische Zeitschrift. **65**, 195—204.
1868. Leitgeb, H.: Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Pflanzenorgane. I. Wachstum des Stämmchens von *Fontinalis antipyretica*. Sitzungsberichte der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Klasse der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften. Wien. **57**, 1. Abteilung, 308—342.
1918. Lesage, Pierre: Contribution à l'étude de la germination des spores de mousses. Comptes rendus hébdomadaires des Séances de l'Academie des Sciences. Paris. **166**, 744—747.
1908. Lidforss, Bengt: Ueber kinoplasmatische Verbindungsfäden zwischen Zellkern und Chromatophoren. Lunds Universitets Arsskrift. N. F. Afd. 2. **4**, Nr. 1.
1836. Meyen, J.: Jahresbericht über die Resultate der Arbeiten im Felde der physikalischen Botanik von dem Jahre 1835. Archiv für Natur-

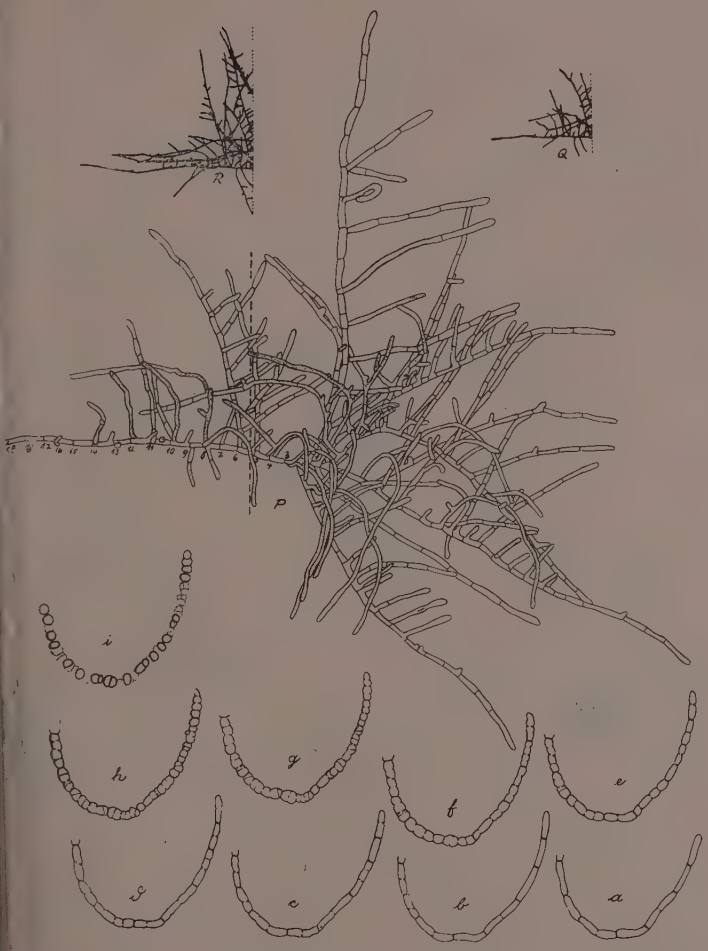
geschichte von Dr. Ar. Fr. Aug. Wiegmann. 2. Jahrgang. **2**, 15—130.
1839 — —: Neues System der Pflanzen-Physiologie. Berlin. **3**, 400—404.
1927. Mönkemeyer, Wilh.: Dr. L. Rabenhorsts Kryptogamen-Flora von Deutschland, Oesterreich und der Schweiz. **4**, Ergänzungsband: Die Laubmoose Europas. *Andreaeales-Bryales*. Leipzig.
1874. Müller (Thurgau), H.: Die Sporenvorkeime und Zweigvorkeime der Laubmoose. (Protonema und Rhizoiden.) Sachs: Arbeiten des botanischen Instituts in Würzburg. **1**, 475—499.
1845. Nägeli, Carl: Wachstumsgeschichte der Laub- und Lebermoose. Zeitschrift für wissenschaftliche Botanik von M. J. Schleiden und Carl Nägeli. Zürich. **1**, 138—210.
1824 Nees v. Esenbeck, Th. Fr. Ludw.: Beobachtungen über die Entwicklung der Laubmoose aus ihren Keimkörnern. Nova acta physico-medica academiae Caesareae Leopoldino-Carolinae naturae curiosorum. Bonn. **12**, 167—180.
1928. Patschovsky, Norbert: Der Einfluß der Ernährung auf die Formbildung und den Entwicklungsrhythmus von *Funaria hygrometrica* (L.) Sibth. Zeitschrift für induktive Abstammungs- und Vererbungslehre. **46**, 112—187.
1903. Paul, H.: Beiträge zur Biologie der Laubmoosrhizoiden. Englers botanische Jahrbücher. **32**, 239—274.
1921. Pringsheim, Ernst G.: Physiologische Studien an Moosen. 1. Mitteilung. Die Reinkultur von *Leptobryum piriforme* (L.) Schpr. Jahrbücher f. wissenschaftl. Botanik. **60**, 499—530.
1868. Sachs: Lehrbuch der Botanik. Leipzig.
1848. Schimper, W. P.: Recherches anatomiques et morphologiques sur les mousses. Strasbourg.
1861. Schleiden, M. J.: Grundzüge der wissenschaftlichen Botanik. 4. Auflage. Leipzig.
1906. Schoene, Kurt: Beiträge zur Kenntnis der Laubmoossporen und zur Biologie der Laubmoosrhizoiden. Flora. **96**. 276—321.
1913. Servettaz, Cam.: Recherches expérimentales sur le développement et la nutrition des mousses en milieux sterilisées. Ann. d. Scienc. nat. Bot. 9. Sér. **17**, 111—224.
1913. Sieben, Hubert: Einführung in die botanische Mikrotechnik. Jena.
1913. Ubisch, G. v.: Sterile Mooskulturen. Berichte der Deutschen botanischen Gesellschaft. **31**, 543—552.
1923. Vilhelm, Jan: O kličeni protonematu vegetativnim rozmnožování a bastardaci u Grimmiaceae. Preslia, Věstník Československé Botanické Společnosti Rocnik **2** (für das Jahr 1922) Praha (Prag). 141—147.
1831. Wallroth: Flora cryptogamica Germaniae. **3**. Pars prior. Norimbergae.
1907. Westerdijk, Johanna: Zur Regeneration der Laubmoose. Recueil des travaux botaniques Néerlandais. **3**, 1—67.
1902. Zederbauer, E.: Untersuchungen über Anlage und Entwicklung der Knospen an den Vorkeimen einiger Laubmoose. Oesterreichische botanische Zeitschrift. Wien. **52**, 45—48, 96—100.
1896. Zimmermann, A.: Die Morphologie und Physiologie des pflanzlichen Zellkernes. Jena.



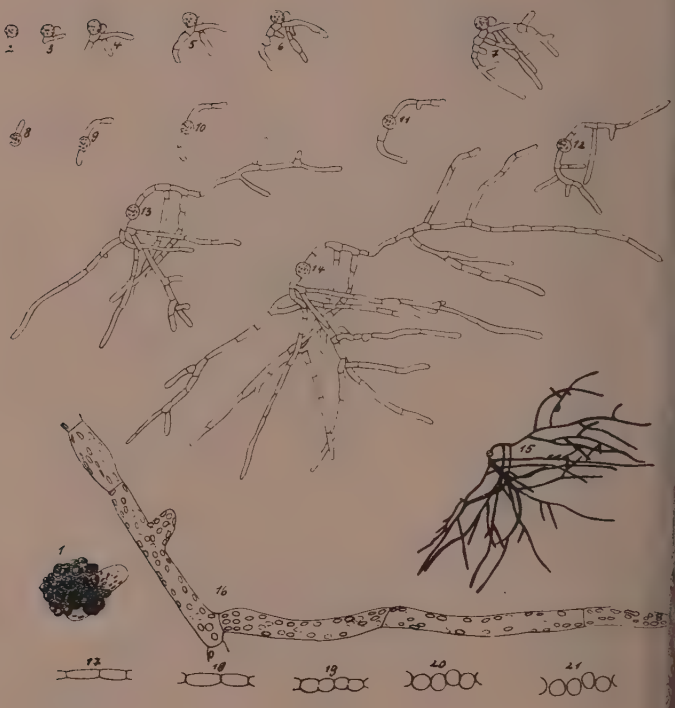
Figur 1.



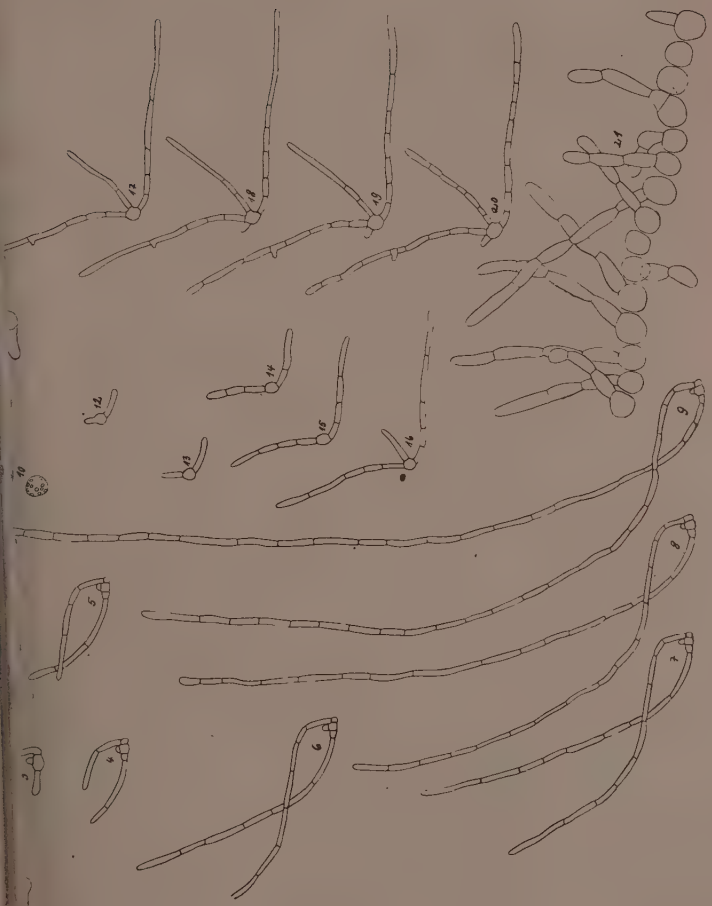
Figur 2.



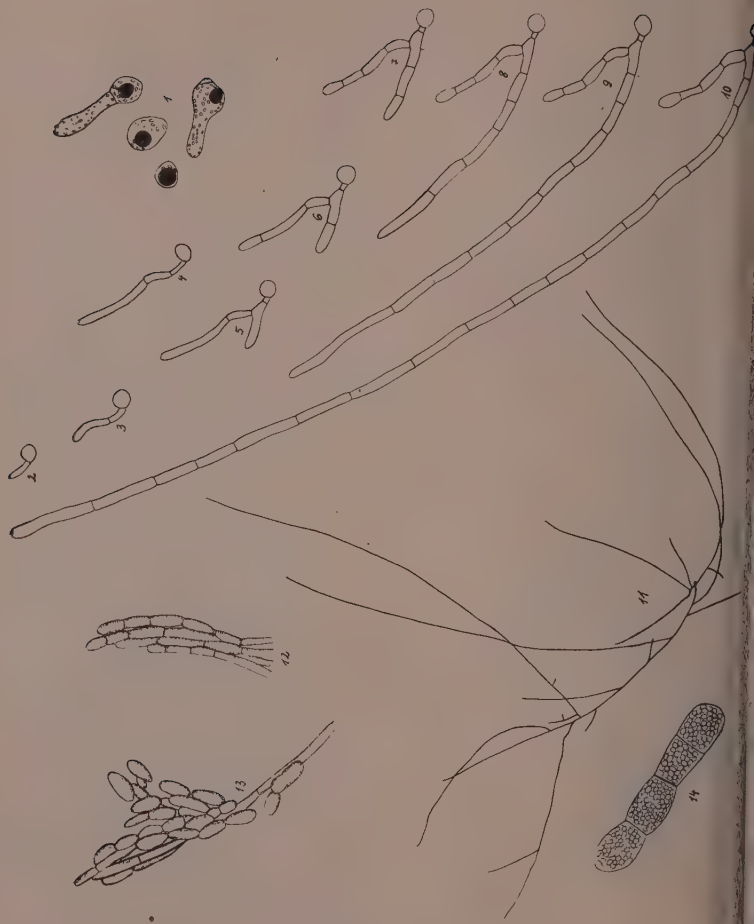
Figur 3.



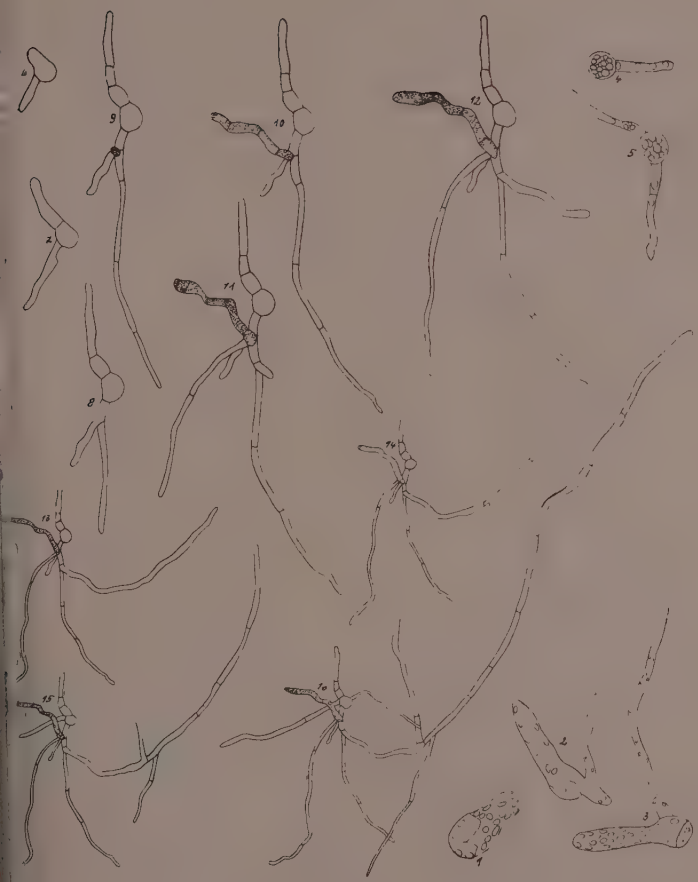
Figur 4.



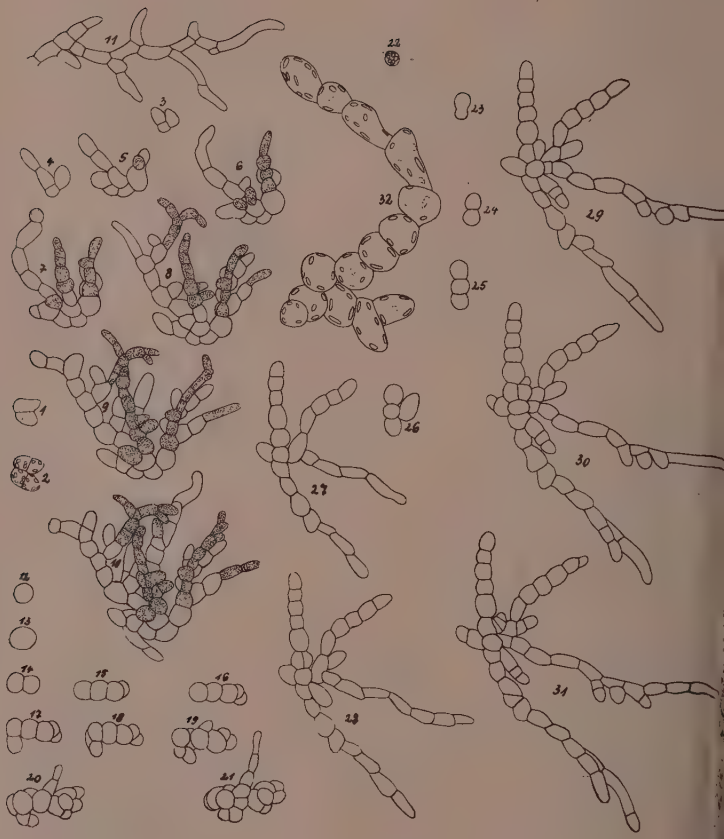
Figur 5.



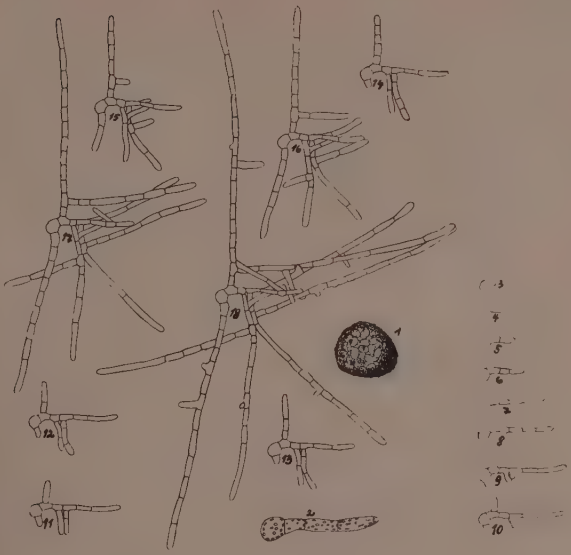
Figur 6.



Figur 7.

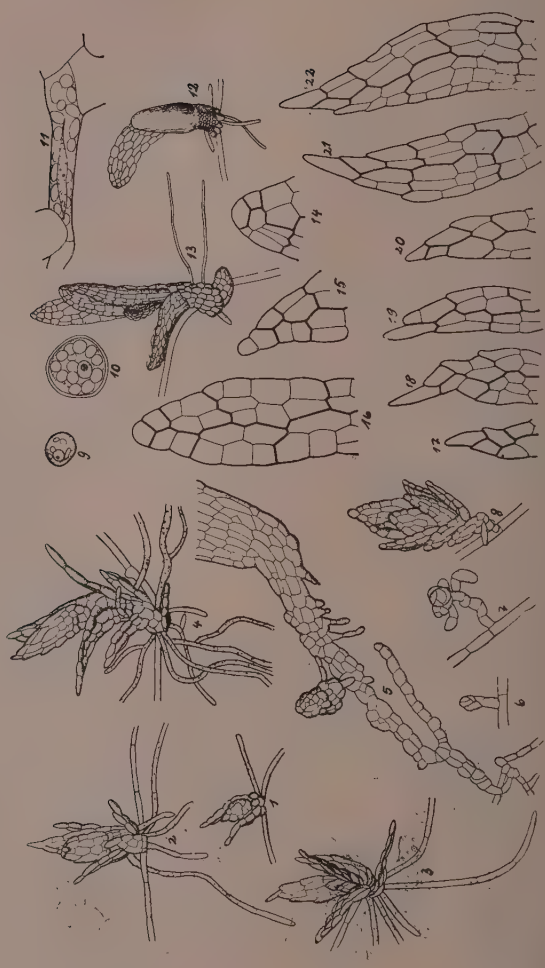

11
3
4
5
6
7
8
9
1
2
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
32
24
25
26
27
28
29
30
31

Figur 8.

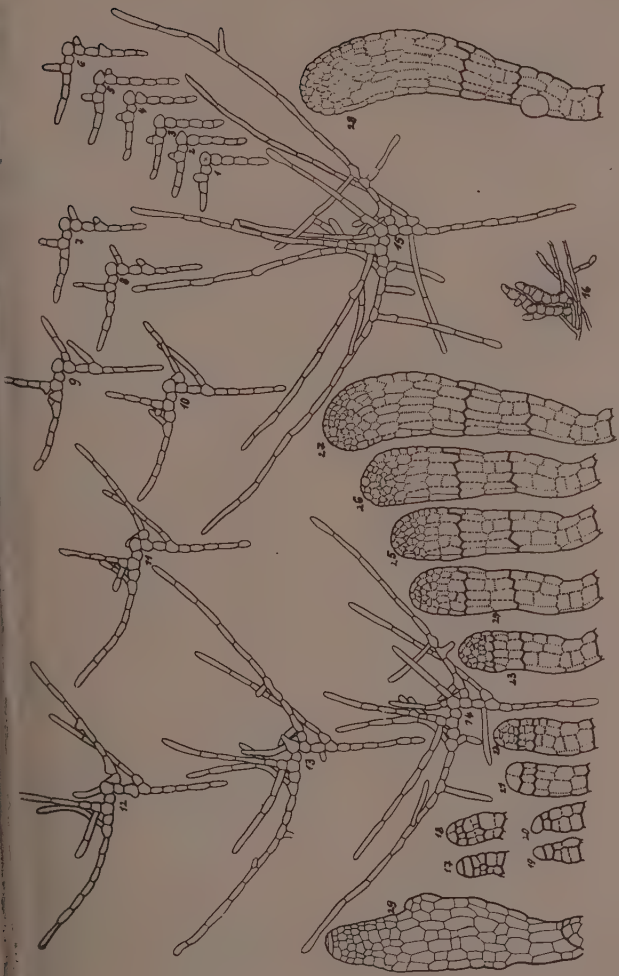


Figur 9.

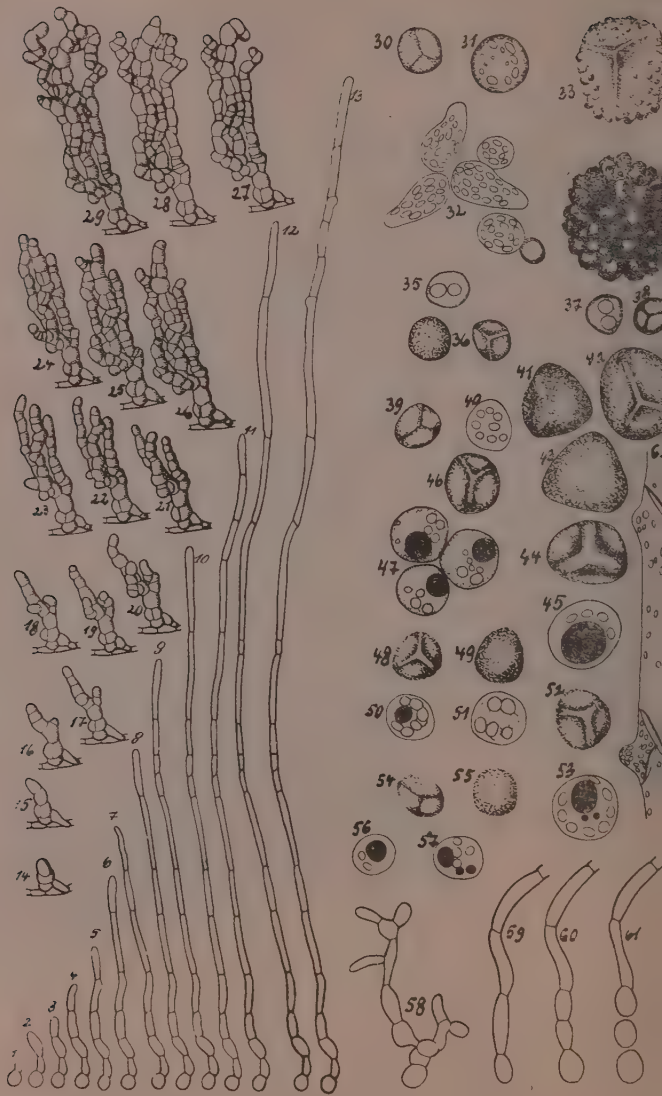
Figur 11.



Figur 10.



Figur 12.



Figur 13.

Figuren - Erklärung.

Seite 55–57 (Fig. 1–3): ***Ceratodon purpureus*** (L.) Brid.
Vergrößerungen: **A—P** — 47 : 1, **Q, R** — 15 : 1, **a—i** — 30 : 1.

—P stellen das Wachstum ein und desselben Protonema dar.
, R geben den linken Teil dieses Protonema an zwei weiteren Tagen wieder.
—i der Tafel **3** zeigen den Zerfall eines Protonemafadens in Brutzellen.

Seite 58 (Fig. 4): ***Bartramia pomiformis*** Hedw.
Vergrößerungen: **1, 16** — 293 : 1, **2—14** — 75 : 1, **15** — 26 : 1, **17—21** — 93 : 1.

1 Keimende Spore.
—7 stellen das Wachstum eines ersten,
—15 das eines zweiten Protonema dar.
16 Teil eines Protonema.
—21 Brutzellenbildung.

ite 59 (Fig. 5): ***Bryum caespiticium*** L. u. ***Pohlia nutans*** Lindb.
Vergrößerungen: **1—9, 12—20** — 75 : 1, **10** — 193 : 1, **11** — 293 : 1, **21** — 140 : 1.

—9 geben das Wachstum eines Protonema von *Bryum caespiticium* wieder.
10 Keimende Sporen von *Pohlia nutans*.
11 Gekeimte Sporen von *Pohlia nutans*, bei denen das aufgerissene Exospor durch Färbung sichtbar gemacht wurde.
—20 Wachstum eines Protonema von *Pohlia nutans*.
21 Ein in Brutzellen zerfallener Protonemafaden von *Pohlia nutans*, der zu neuen Protonemata ausgewachsen ist.

Seite 60 (Fig. 6): ***Leptobryum piriforme*** (L.) Schpr.
Vergrößerungen: **1** — 293 : 1, **2—10** — 140 : 1, **11** — 26 : 1, **12, 13** — 93 : 1, **14** — 193 : 1.

1 Junge Protonemata einer Sammelkultur in ihrer richtigen Lage zueinander.
—11 Wachstum eines Protonema.
12 Fäden des Luftprotonema, die sich aneinander gelegt haben und dadurch den Eindruck eines Blattes erwecken.
13 Luftprotonema, Brutzellen bildend.
14 Vier, noch nicht voneinander getrennte Brutzellen mit ihren zahlreichen Chloroplasten.

Seite 61 (Fig. 7): ***Funaria hygrometrica*** (L.) Sibth.
Vergrößerungen: **1—3** — 293 : 1, **4—12** — 140 : 1, **13—16** — 75 : 1.

1 Mit einem Protonemafaden keimende Spore.
2 Spore, die gleichzeitig mit einem chlorophyllreichen und einem chlorophyllarmen Keimschlauch gekeimt ist.
3 Junges Protonema, bei dem zuerst der chlorophyllarme Keimschlauch entstand.
Die Stadien **1—3** gehörten einer Kultur an, die auf Nähr-Agar-Agar mit der Nährlösung nach Arthur Meyer in der Konzentration II ausgesät worden war.

4 Mit einem Keimschlauch gekeimte Spore.
5 Mit zwei Keimschläuchen gekeimte Sporen.
4, 5 wuchsen auf einem Nährboden, der als Nährlösung den heißem Wege hergestellten Bodenauszug einer Brandstelle enth an der sich *Funaria hygrometrica* befand.
6—16 Wachstum eines Protonema.

Seite 62 (Fig. 8): ***Grimmia pulvinata*** (L.) Smith und ***Grimmia apocarpa*** (L.) Hedw.

Vergrößerungen: **1—31** — 140 : 1, **32** — 393 : 1.

1 Zweizelliges Protonema von *Grimmia pulvinata*.
2 Vierzelliges Protonema von *Grimmia pulvinata* mit eingezeichn Chloroplasten.
3—10 Wachstum eines Protonema von *Grimmia pulvinata*.
11 Teil eines Protonema von *Grimmia pulvinata*.
12—21 Wachstum eines ersten,
22—31 Wachstum eines zweiten Protonema von *Grimmia apocarpa*.
32 Junges Protonema von *Grimmia apocarpa* mit eingezeichn Chloroplasten.

Seite 63 (Fig. 9): ***Mnium hornum*** (L.).

Vergrößerungen: **1** — 289 : 1, **2** — 93 : 1, **3—18** — 50 : 1.

1 Ungekeimte Spore — Ansicht in Wasser.
2 Junges Protonema mit eingezeichneten Chloroplasten.
3—18 Wachstum eines Protonema.

Seite 64 (Fig. 10).

Vergrößerungen: **1—4** — 93 : 1, **5—8** — 62 : 1, **9—11** — 440 : 1, **12, 13** — 44 : 1, **14—22** — 193 : 1.

1—3 Moosstämmchenknospen verschiedenen Alters von *Bartramia p formis*.
4 Junges Stämmchen von *Bartramia pomiformis* (140 : 1).
5 Moosstämmchenknospe am Grunde des Protonemablattes *Georgia pellucida*.
6—8 Moosstämmchenknospen verschiedenen Alters von *Ceratodon pureus*.
9 Querschnitt eines Protonemafadens von *Bartramia pomiformis*
10 Querschnitt eines Protonemafadens von *Ceratodon purpureus*.
11 Zelle eines älteren Protonemafadens von *Bartramia pomiform*
12, 13 Moosstämmchenknospen von *Polytrichum formosum*.
14—16 Die ersten Moosblättchen von *Ceratodon purpureus*.
17—22 Die ersten Moosblättchen von *Bartramia pomiformis*.
Die Hauptsegmentwände der Figuren **14—22** sind durch die Linien kenntlich gemacht.

Seite 63 (Fig. 11)

Vergrößerungen: **1—7** — 37 : 1, **8—13** — 176 : 1.

1—7 Entwicklung eines jungen Stämmchens von *Funaria hygromet*
8 Knospe von *Bartramia pomiformis*, längsgeschnitten.
9, 10 Junge Moosstämmchen von *Bartramia pomiformis*, längsgesch ten. **10** zeigt bereits eine Seitenknospe, deren Scheitelzelle längsgeschnitten ist.

11—13 Längsgeschnittene Moosstämmchenknospen verschiedenen Alters von *Ceratodon purpureus*.
Die Hauptsegmentwände der Zeichnungen **8—13** sind durch dick ausgezogene Linien kenntlich gemacht. Auf sie folgen die Wände in der angegebenen Reihenfolge.

Seite 65 (Fig. 12): ***Georgia pellucida*** (L.) Rabenh.

Vergrößerungen: **1—15, 17—29** — 75 : 1, **16** — 49 : 1.

1—15 Wachstum eines Protonema vor der Protonemablattbildung.
16 Teil eines etwa drei Monate alten Protonema mit beginnenden Luftfäden.
17, 18 Entwicklung eines ersten,
19—28 Entwicklung eines zweiten Protonemablattes.
29 Aelteres Protonemablatt, dessen einschneidige Scheitelzelle noch nicht aufgeteilt ist.

Seite 66 (Fig. 13).

Vergrößerungen: **1—29** — 70 : 1, **30, 31, 34, 35, 37—40, 46, 47, 56, 57** — 650 : 1, **32** — 170 : 1, **33, 36, 49—51, 54, 55** — 660 : 1, **41, 45, 52, 53** — 1000 : 1, **58** — 140 : 1, **59—62** — 210 : 1.

1—13 Wachstum eines Protonema von *Polytrichum formosum*.
14—29 Entwicklung eines Luftfadens von *Georgia pellucida*.
30 Spore von *Ceratodon purpureus* — Ansicht in Luft.
31 Spore von *Ceratodon purpureus* sofort nach der Aussaat.
32 Verschiedene Keimungsstadien von *Ceratodon purpureus*.
33 Spore von *Mnium hornum* — Ansicht in Luft.
34 Spore von *Bartramia pomiformis* — Ansicht in Luft.
35 Spore von *Grimmia apocarpa* — Ansicht in Wasser.
36 Spore von *Grimmia apocarpa* — Ansicht in Luft.
37 Spore von *Grimmia pulvinata* — Ansicht in Wasser.
38 Spore von *Grimmia pulvinata* — Ansicht in Luft.
39 Spore von *Georgia pellucida* — Ansicht in Luft.
40 Spore von *Georgia pellucida* — Ansicht in Wasser.
41 Spore von *Funaria hygrometrica* — Ansicht in Luft — Rückenseite der Spore.
42 Spore von *Funaria hygrometrica* — Ansicht in Luft — Tetraederseite der Spore.
43 Spore von *Bryum caespiticium* — Ansicht in Luft — Rückenseite der Spore.
44 Spore von *Bryum caespiticium* — Ansicht in Luft — Tetraederseite.
45 Spore von *Bryum caespiticium* — Ansicht in Wasser.
46 Spore von *Leptobryum piriforme* — Ansicht in Luft — Tetraederseite.
47 Drei, noch zusammenhängende Sporen einer Sporentetrade von *Leptobryum piriforme* — Ansicht in Wasser.
48 Spore von *Pohlia nutans* — Ansicht in Luft — Tetraederseite.
49 Spore von *Pohlia nutans* — Ansicht in Luft — Rückenseite der Spore.
50, 51 Sporen von *Pohlia nutans* — Ansicht in Wasser.

52 Spore von *Polytrichum formosum* — Ansicht in Luft — T
ederseite.
53 Spore von *Polytrichum formosum* — Ansicht in Wasser.
54 Spore von *Tortula muralis* — Ansicht in Luft — Tetraeder
55 Spore von *Tortula muralis* — Ansicht in Luft — Rückenseit
Spore
56, 57 Sporen von *Tortula muralis* — Ansicht in Wasser.
58 Protonema von *Tortula muralis*.
59—61 Brutzellenbildung des Protonema von *Tortula muralis*.
62 Teil eines Protonemafadens von *Polytrichum formosum*.

Aufnahmezeiten der einzelnen Nummern
(Seite 55—57, Fig. 1—3).

A — 8. 5. 1928; 9^{20}
B — 9. 5. 1928; 7^{30}
C — 11. 5. 1928; 9^{00}
D — 12. 5. 1928; 9^{00}
E — 13. 5. 1928; 9^{00}
F — 14. 5. 1928; 9^{00}
G — 15. 5. 1928; 9^{00}
H — 16. 5. 1928; 9^{00}
I — 16. 5. 1928; 21^{00}
K — 17. 5. 1928; 9^{00}
L — 18. 5. 1928; 9^{00}
M — 20. 5. 1928; 9^{30}
N — 21. 5. 1928; 9^{40}
O — 22. 5. 1928; 9^{50}
P — 23. 5. 1928; 12^{00}
Q — 24. 5. 1928; 9^{00}
R — 28. 5. 1928; 10^{00}
a — 8. 6. 1928; 18^{30}
b — 9. 6. 1928; 20^{40}
c — 11. 6. 1928; 18^{10}
d — 14. 6. 1928; 15^{30}
e — 17. 6. 1928; 20^{20}
f — 21. 6. 1928; 8^{40}
g — 2. 7. 1928; 15^{45}
h — 11. 7. 1928; 8^{05}
i — 16. 7. 1928; 9^{50}

Aufnahmezeiten der Nummern 2—15, 17—21 (Seite 58, Fi

2 — 9. 6. 1928; 16^{40}
3 — 11. 6. 1928; 19^{00}
4 — 15. 6. 1928; 16^{00}
5 — 16. 6. 1928; 16^{15}
6 — 18. 6. 1928; 19^{30}
7 — 21. 6. 1928; 17^{30}
8 — 11. 6. 1928; 19^{00}
9 — 14. 6. 1928; 16^{00}
10 — 16. 6. 1928; 16^{15}
11 — 18. 6. 1928; 19^{20}
12 — 21. 6. 1928; 17^{20}
13 — 25. 6. 1928; 20^{20}
14 — 29. 6. 1928; 21^{40}
15 — 4. 7. 1928; 19^{45}
17 — 24. 10. 1928; 19^{57}
18 — 26. 10. 1928; 9^{00}
19 — 29. 10. 1928; 9^{03}
20 — 31. 10. 1928; 16^{00}
21 — 1. 11. 1928; 18^{00}

Aufnahmezeiten der Nummern 1—9, 12—20
(Seite 59, Fig. 5).

1 — 6. 6. 1928; 19^{10}
2 — 15. 6. 1928; 16^{25}
3 — 19. 6. 1928; 9^{25}
4 — 21. 6. 1928; 8^{00}
5 — 22. 6. 1928; 16^{00}
6 — 25. 6. 1928; 20^{00}
7 — 26. 6. 1928; 10^{30}
8 — 29. 6. 1928; 16^{10}
9 — 5. 7. 1928; 9^{55}
12 — 12. 6. 1928; 16^{25}
13 — 14. 6. 1928; 21^{10}
14 — 19. 6. 1928; 10^{00}
15 — 22. 6. 1928; 16^{30}
16 — 26. 6. 1928; 15^{10}
17 — 30. 6. 1928; 13^{25}
18 — 5. 7. 1928; 16^{50}
19 — 7. 7. 1928; 15^{15}
20 — 17. 7. 1928; 20^{00}

Aufnahmezeiten der Nummern 2—11 (Seite 60, Fig. 6).

2	20. 6. 1928; 22^{00}	**7** —	7. 7. 1928; 17^{00}
3 —	23. 6. 1928; 8^{00}	**8** —	11. 7. 1928; 17^{25}
4 —	26. 6. 1928; 8^{00}	**9** —	18. 7. 1928; 10^{25}
5	30. 6. 1928; 11^{20}	**10** —	23. 7. 1928; 18^{20}
6	5. 7. 1928; 9^{30}	**11** —	2. 8. 1928; 17^{15}

Aufnahmezeiten der Nummern 6—16 (Seite 61, Fig. 7).

6 —	24. 5. 1928; 7^{30}	**12** —	3. 6. 1928; 11^{25}
7 —	25. 5. 1928; 20^{25}	**13** —	5. 6. 1928; 14^{25}
8	26. 5. 1928; 20^{10}	**14** —	6. 6. 1928; 7^{00}
9 —	29. 5. 1928; 15^{45}	**15** —	8. 6. 1928; 8^{15}
10 —	31. 5. 1928; 11^{45}	**16** —	9. 6. 1928; 16^{16}
11 —	2. 6. 1928; 12^{20}		

Aufnahmezeiten der Nummern 3—10, 12—31 (Seite 62, Fig. 8).

3 —	18. 6. 1928; 22^{15}	**18** —	22. 10. 1928; 15^{00}
4 —	21. 6. 1928; 19^{40}	**19** —	3. 11. 1928; 19^{20}
5 —	26. 6. 1928; 14^{15}	**20** —	26. 11. 1928; 20^{00}
6 —	30. 6. 1928; 15^{20}	**21** —	11. 12. 1928; 20^{40}
7	7. 7. 1928; 16^{15}	**22** —	11. 7. 1928; 15^{45}
8 —	11. 7. 1928; 16^{45}	**23** —	21. 7. 1928; 11^{58}
9 —	16. 7. 1928; 17^{50}	**24** —	25. 7. 1928; 14^{02}
10	22. 7. 1928; 11^{15}	**25** —	1. 8. 1928; 8^{00}
12 —	4. 10. 1928; 18^{00}	**26** —	8. 8. 1928; 11^{00}
13	8. 10. 1928; 13^{57}	**27** —	4. 10. 1928; 18^{05}
14	12. 10. 1928; 21^{57}	**28** —	9. 10. 1928; 10^{20}
15 —	16. 10. 1928; 19^{57}	**29** —	19. 10. 1928; 16^{30}
16 —	20. 10. 1928; 19^{02}	**30** —	29. 10. 1928; 13^{50}
17	21. 10. 1928; 15^{00}	**31** —	8. 11. 1928; 18^{30}

Aufnahmezeiten der Nummern 3—18 (Seite 63, Fig. 9).

3 —	9. 5. 1928; 8^{56}	**11** —	22. 5. 1928; 19^{20}
4 —	10. 5. 1928; 14^{00}	**12** —	24. 5. 1928; 14^{25}
5 —	11. 5. 1928; 20^{10}	**13** —	25. 5. 1928; 21^{15}
6 —	13. 5. 1928; 7^{52}	**14** —	26. 5. 1928; 6^{55}
7 —	16. 5. 1928; 7^{53}	**15** —	28. 5. 1928; 18^{40}
8 —	17. 5. 1928; 7^{54}	**16** —	31. 5. 1928; 8^{30}
9	18. 5. 1928; 7^{48}	**17** —	2. 6. 1928; 16^{55}
10 —	19. 5. 1928; 7^{56}	**18** —	4. 6. 1928; 19^{35}

Aufnahmezeiten der Nummern 1—7 (Seite 63, Fig. 11).

1 —	19. 11. 1928; 19^{00}	**5** —	22. 11. 1928; 15^{00}
2 —	20. 11. 1928; 12^{20}	**6** —	23. 11. 1928; 21^{00}
3 —	21. 11. 1928; 11^{30}	**7** —	26. 11. 1928; 14^{30}
4 —	21. 11. 1928; 20^{40}		

Aufnahmezeiten der Nummern 1–15, 17–28 (Seite 65, Fig. 12).

1	—	19. 10. 1928;	10^{30}	**15**	—	16. 12. 1928;	10^{00}
2	—	20. 10. 1928;	19^{45}	**17**	—	6. 11. 1928;	19^{50}
3	—	21. 10. 1928;	19^{45}	**18**	—	7. 11. 1928;	21^{50}
4	—	23. 10. 1928;	10^{02}	**19**	—	17. 11. 1928;	18^{45}
5	—	27. 10. 1928;	8^{50}	**20**	—	18. 11. 1928;	10^{00}
6	—	29. 10. 1928;	9^{55}	**21**	—	18. 11. 1928;	21^{00}
7	—	31. 10. 1928;	17^{20}	**22**	—	19. 11. 1928;	15^{00}
8	—	3. 11. 1928;	18^{40}	**23**	—	20. 11. 1928;	11^{40}
9	—	8. 11. 1928;	12^{00}	**24**	—	21. 11. 1928;	9^{20}
10	—	16. 11. 1928;	12^{15}	**25**	—	21. 11. 1928;	19^{50}
11	–	26. 11. 1928;	16^{45}	**26**	—	22. 11. 1928;	12^{10}
12	—	1. 12. 1928;	11^{30}	**27**	—	23. 11. 1928;	18^{00}
13		6. 12. 1928;	12^{00}	**28**	—	24. 11. 1928;	15^{30}
14	—	11. 12. 1928;	21^{30}				

Aufnahmezeiten der Nummern 1—27 (Seite 66, Fig. 13)

1	—	21. 10. 1928;	21^{30}	**16**	–	21. 10. 1928;	19^{40}
2	—	15. 11. 1928;	16^{42}	**17**	–	22. 10. 1928;	16^{00}
3	—	18. 11. 1928;	21^{10}	**18**	–	23. 10. 1928;	9^{45}
4	—	20. 11. 1928;	14^{50}	**19**	–	24. 10. 1928;	20^{25}
5	—	21. 11. 1928;	20^{50}	**20**	–	25. 10. 1928;	14^{55}
6	–	22. 11. 1928;	20^{20}	**21**		27. 10. 1928;	8^{55}
7	—	25. 11. 1928;	11^{55}	**22**	–	28. 10. 1928;	21^{00}
8		28. 11. 1928;	21^{30}	**23**	–	29. 10. 1928;	9^{40}
9	—	30. 11. 1928;	18^{20}	**24**	–	30. 10. 1928;	16^{00}
10	—	2. 12. 1928;	11^{35}	**25**		31. 10. 1928;	16^{55}
11		4. 12. 1928;	18^{00}	**26**		1. 11. 1928;	18^{30}
12	—	9. 12. 1928;	14^{50}	**27**	—	3. 11. 1928;	18^{30}
13		11. 12. 1928;	16^{00}	**28**	—	5. 11. 1928;	19^{20}
14		19. 10. 1928;	20^{02}	**29**	–	7. 11. 1928;	21^{20}
15	–	20. 10. 1928;	19^{35}				

Das Lenne-Tal und seine Terrassen.

Von Karl Hamacher.

Mit Karte I und 16 Textabbildungen.

Inhaltsverzeichnis.

	Seite
Vorwort	74
Einleitung	75
Die Lenneterrassen	76
Grundsätzliches und Methodisches	76
Die diluvialen Terrassen	82
Die Niederterrasse	82
Die beiden Mittelterrassen	83
Die beiden Hauptterrassen	88
Die Oberterrasse	96
Die Drüselterrasse	99
Die beiden Helmke-Terrassen	103
Die Sillberg-Terrasse	110
Die Bergfeld-Terrasse	113
Die Eisenberg-Terrasse	114
Die Hochtalböden	115
Die Hömberg-Terrasse	117
Die Limmerig-Terrasse	118
Die Papenberg-Terrasse	123
Die Scherl-Terrasse	124
Die Brandenberg-Terrasse	127
Die Ringelberg-Terrasse	128
Die Haardt-Terrasse	129
Die Kleff-Terrasse	130
Die Almert-Terrasse und höhere Terrassen	132
Genetische Betrachtung der Lenneterrassen	133
Die Rumpffläche	135
Zusammenfassung	137
Literaturnachweis	138

Vorwort.

Da mich das Lennetal wegen seiner hohen landschaftlichen Schönheit schon seit vielen Jahren interessiert und gefesselt hat, so entschloß ich mich im Sommer 1925 auf eine Anregung von Herrn Dr. Kraus hin, die noch ausstehende Bearbeitung der Flußterrassen dieses Tales zu übernehmen. Nach einigen vorläufigen Besichtigungen nahm ich das Flußgebiet im Frühjahr 1926 in Angriff, und seitdem wurden in 50 ganztägigen Begehungen die Talhänge des 128 km langen Flusses eingehend untersucht. Eine zusammenfassende Arbeit über das Gebiet oder seine Teile lag nicht vor; doch boten die geologischen Meßtischblätter Hagen, Hörde, Hohenlimburg, Iserlohn, Lüdenscheid, Altena, Plettenberg, Attendorn und Altenhundem eine recht wertvolle Unterlage, wenn auch manche Unstimmigkeiten in der Terrassenbenennung auf den einzelnen Blättern und das oft etwas schematische Einzwängen der Terrassen in drei Gruppen bei der genaueren Einordnung zunächst große Schwierigkeiten bereiteten. Die Flußstrecke von Saalhausen bis zur Quelle wurde mangels weiterer Unterlagen ganz selbständig von mir bearbeitet. Von großem Wert waren außerdem für mich die beiden Arbeiten über „Die diluvialen Ruhrterrassen" von Dr. Steinmann und über „Die Entstehung der Oberflächenformen des Ruhrreviers" von Dr. Spethmann. Beiden Herren sage ich für weitere liebenswürdige Mitteilungen über Ruhrterrassen auch an dieser Stelle nochmals meinen besten Dank. Kurz vor der endgültigen Niederschrift erhielt ich dann etwas verspätet Kenntnis von der Arbeit Breddins über „Die Höhenterrassen von Rhein und Ruhr am Rande des Bergischen Landes". Diese Arbeit bestätigte in der Hauptsache meine eigenen Ergebnisse an der Lenne, machte mich aber auch auf einige neue Gesichtspunkte und insbesondere auf eine neue Terrasse aufmerksam, die in der Gegend von Hohenlimburg und Letmathe morphologisch und petrographisch so schwach ausgebildet ist, daß ich die Schotter für verschwemmt hielt. Bei einem nochmaligen vierzehntägigen Aufenthalt an der oberen und mittleren Lenne im August 1929 konnte ich dann fast vollständige Uebereinstimmung der Terrassen von Lenne und Ruhr feststellen.

Bei dem Referenten und Anreger der Arbeit, Herrn Privatdozenten Dr. Kraus, fand ich bei Exkursionen und Aussprachen stets freundliche Unterstützung mit Rat und

Tat, desgleichen auch bei dem Korreferenten Prof. Dr. Thorbecke. Beiden Herren spreche ich an dieser Stelle meinen herzlichsten Dank aus.

Das Lennetal ist nicht nur eins der schönsten sondern auch geologisch und morphologisch interessantesten Täler des Sauerlandes. Von dem Kernstück der alten Rumpffläche des Gebiets, der Winterberger Hochfläche ausgehend durchquert es den größten Teil der variskischen Falten des Sauerlandes, gibt dadurch einmal dem Geologen einen vollständigen Querschnitt durch fast sämtliche Schichten des Devon, Kulm und des flözleeren Karbons, und bietet vor allem dem Morphologen eine vorzügliche Gelegenheit, die durch die periodischen Hebungsvorgänge der Diluvial- und wahrscheinlich auch der jüngeren Tertiärzeit hervorgerufene stufenweise Talbildung zu untersuchen. Diese letztere Möglichkeit setzt natürlich voraus, daß die Lenne als Flußlauf in einer der gegenwärtigen ähnlichen Form schon vor diesem Hebungsvorgang bestanden hat. Diese Antecedenz des Lennetals hat Goebel in seiner „Morphologie des Ruhrgebiets" und seinem kleinen Aufsatz „Die Antecedenz des Lennetals" aus rein hydrographischen Gesichtspunkten sehr deutlich zur Geltung gebracht: Der Lennelauf setzt sich aus zwei im wesentlichen geradlinigen Abschnitten zusammen, einer etwa 41 km langen Strecke von der Quelle bis Altenhundem in w 20 s und einem 87 km langen Abschnitt von Altenhundem bis zur Mündung bei Hohensyburg in n 60 w, einer Richtung, die auch bei der Ruhr auf der Strecke Wennemen—Neheim—Hüsten wiederkehrt. Nun hat aber jene tertiär-diluviale zeitweise pultartige Hebung des Rheinischen Schiefergebirges eine deutliche Abdachung von Süden nach Norden hervorgerufen, wie dies für unser Gebiet sämtliche linken Nebenflüsse von Ruhr und Lenne, abgesehen von einzelnen eingeschalteten o nö. gerichteten und tektonisch bedingten Laufstrecken, sowie das starke Heranrücken der Wasserscheide an den jeweils südlich liegenden Fluß klar veranschaulichen. Lenne und Ruhr fließen also schräg zur Abdachungsrichtung des Gebirges und schneiden sämtliche nach Norden gerichteten als Folge der Hebung entstandenen Wasserläufe ab und sind also älter als diese, also auch älter als die Hebung. Diese Ansicht Goebels wird nun an der Lenne durch eine Reihe alter zum Teil sehr alter Talböden bestätigt.

Die Lenneterrassen.

Die Flußterrassen der Lenne sind entsprechend der geringen Größe des Flusses bei weitem nicht so gut und deutlich entwickelt wie an der Ruhr oder gar am Rhein. Doch sind immerhin trotz meist geringer Ausdehnung die Talbodenreste so bestimmt in der Form und so zahlreich, daß es möglich ist, neun verschiedene Schotterterrassen zu erkennen, die in ihrer Höhenlage den Terrassen Breddins an der Ruhr vollständig entsprechen.

1. untere Mittelterrasse
2. obere „
3. untere Hauptterrasse
4. obere „
5. Oberterrasse
6. Drüfelterrasse
7. untere Helmke-Terrasse (u. Hösel-Terr. Breddins)
8. obere „ „ (o. „ „ „)
9a. Sillberg-Terrasse (Homberg-Terr. Breddins)
9b. Bergfeld-Terrasse („ „ „)?

Die Mettmann-Terrasse Breddins tritt dagegen an der Lenne nur in Gestalt von schotterlosen Riedeln und Felsnasen auf, die ich unter dem Namen Eisenberg-Terrasse zusammengefaßt habe. Ferner läßt sich eine Reihe noch höherer Talböden recht gut rein morphologisch erkennen und für große Strecken des Lennelaufs festlegen; sie sollen in einem besonderen Abschnitt behandelt werden.

Modellartig schön sind die Terrassen der Lenne überall da ausgebildet, wo eine geringe Härte des Gesteins die Seitenerosion des Flusses erleichtert hat, wo also auch die heutige Talaue breit ist und außerdem das Hinterland die fragliche Verebnung nicht wesentlich überragt, so daß keine nennenswerte Ueberspülung mit Gehängeschutt eintreten konnte. Von dieser Art sind die prächtigen Terrassenlandschaften bei Halden an der unteren und ferner bei Schmallenberg an der oberen Lenne. In zweiter Linie wären zu nennen die Flußverebnungen in den Massenkalkgebieten von Hohenlimburg—Letmathe und Finnentrop—Grevenbrück, ferner in der Gegend von Meggen. Verhältnismäßig gut erhalten sind die Terrassen vielfach auf der Innenseite von Flußschleifen oder im flußaufwärts gelegenen Winkel eines Seitentals. In den meisten anderen Fällen dagegen treten sie nur in Form von schmalen mehr oder weniger geneigten Bändern an den Talhängen auf. Schotter sind hier in der Regel nur spärlich zu finden oder

fehlen in den höheren Stufen gänzlich. Der Mangel an Schottern kann verschiedene Ursachen haben: Bei der Mittel- und Hauptterrasse sind die Basisschotter nebst einer Lehmdecke mit vereinzelten Schotternestern in den meisten Fällen erhalten, aber häufig vom höher liegenden Gehänge aus mit Schutt überdeckt, der schließlich auch den talwärts gerichteten Abhang der Terrasse völlig verhüllen kann.

Ein schönes Beispiel dieser Art fand ich bei der Mittelterrasse von Karlshütte, Blatt Altenhundem, in welche von der Flußseite her eine Ziegelgrube hineingetrieben war (Abbildung 1).

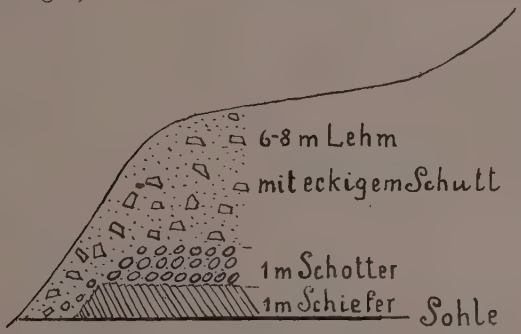


Abb. 1. Querprofil der untern Mittelterrasse bei Karlshütte.

Bei den höheren Terrassen von der Oberterrasse an aufwärts ist dagegen die Lehmdecke nur in geringen Resten vorhanden und Schotter nur da, wo die Terrassenfläche genügend breit ist. In den meisten Fällen sind die Schotter fortgespült, oder etwaige Reste so stark mit eckigem Schutt vermischt, daß sie eben überhaupt nicht mehr oder nur durch Zufall nachzuweisen sind. Tritt nun, wie das bei dem vielfach steinigen Boden der höheren Terrassen oft der Fall ist, an die Stelle des Ackers der Wald, so ist bei der dichten Laub- oder Nadelstreu ein Suchen nach Schottern völlig aussichtslos. Diese Schotterarmut der Höhenterrassen ist ebenso bedauerlich wie erklärlich: Da nach Löschers und Steinmanns Feststellungen an der Ruhr die Mittelterrasse mit den Endmoränen der Riß-Eiszeit verzahnt ist, so sind schon die Ablagerungen der Hauptterrasse und erst recht der höheren Terrassen den klimatischen Einwirkungen von zwei, drei oder gar vier Eiszeiten ausgesetzt gewesen, während welcher die schützende Pflanzendecke auf ein Minimum

reduziert war, so daß die Abspülung ungehindert zur Wirkung kommen konnte.

Infolge dieser Tatsache mußte ich meine ursprüngliche Absicht, die Terrassen nicht nur nach ihrer Höhe sondern auch nach dem Verwitterungszustand ihrer Schotter zu unterscheiden, aufgeben oder vielmehr auf die unteren Terrassen beschränken. Da nun der allgemeine Verwitterungszustand nach Farbe und Festigkeit bei der großen Mannigfaltigkeit der Gesteine kaum einwandfrei zu vergleichen ist, so zog ich vor, den Gehalt der verschiedenen Terrassen an weichem schiefrigem Material festzustellen und veranstaltete an mehreren Orten eine Zählung: Ich fand bei Halden im heutigen Flußbett unter 300 Schottern 29 Schieferstücke (10%), in der unteren Mittelterrasse unter 200 Schottern 19 Schieferbrocken (9,5%), aber kein kalkiges Material, das im Flußbett an dieser Stelle ziemlich stark vertreten ist, in der oberen Hauptterrasse unter 180 Rollstücken 5 Schiefer (3%). Bei Stenglingsen (Blatt Hohenlimburg) ergab die untere Hauptterrasse unter 100 Schottern 2 und bei Rohland (etwa 3 km oberhalb) 3 Stück aus tonigem Material. Die obere Hauptterrasse zwischen Bigge und Lenne bei Finnentrop lieferte im ganzen nur 37 Gerölle, unter denen sich ein Schieferstück befand. Ferner ergab eine Zählung bei der oberen Mittelterrasse s. ö. Ohle (Blatt Plettenberg) 20% an derselben Stelle im Flußbett 18% Schiefer. Die obere Mittelterrasse bei Brockhausen oberhalb Plettenberg wies ebenfalls einen Bestand von 18% weicher Bestandteile auf. Diese wenigen Zahlen weisen zunächst auf die bekannte Tatsache hin, daß die Zusammensetzung der Schotter eines Flusses örtlich verschieden ist. Ferner zeigen sie, daß der zeitliche Abstand zwischen unterer und oberer Mittelterrasse und ebenso zwischen unterer und oberer Hauptterrasse gering ist im Verhältnis zu dem Zeitraum zwischen oberer Mittelterrasse und unterer Hauptterrasse, daß also die zusammenfassende Benennung durchaus gerechtfertigt ist.

Die Anwendung dieser Methode auf Mittel- und Hauptterrasse findet aber auch hier häufig ihre Grenze in dem Mangel an Aufschlüssen, welche eine ausreichende Menge von Schottern zur Verfügung stellen. Die Schotter der Ober- und Drüfelterrasse liegen, wenn sie überhaupt noch vorhanden sind, in der Regel offen zutage, an einzelnen Stellen wie z. B. bei Halden, Bamenohl und Grevenbrück sogar in beträchtlicher Menge. Ich fand hier nirgendwo schiefrige Bestandteile. Auf den noch höheren Terrassen werden die Ab-

lagerungen immer geringfügiger, so daß ein Vergleich der Schotter z. B. auf den Gehalt an Quarzen hin nicht durchführbar ist, und es bleibt schließlich nur die reine Form der Terrasse übrig. Da nun aber die Terrassenbildung viel weiter in die Vergangenheit zurückreicht als die ältesten Schotterbildungen, so bleibt, wenn man nicht kurzer Hand auf eine Untersuchung dieser Formen verzichten will, nichts anderes übrig als mit einer morphologischen Methode an sie heranzugehen, deren Grundsätze ich im Folgenden kurz festlegen werde.

Von den beiden Hauptformen der Abtragung, der Denudation und der Erosion spielt die erstere als selbständiger Vorgang bei den ebenen oder flach geneigten Formen einer alten Rumpffläche nur eine untergeordnete Rolle. Zieht doch z. B. Paeckelmann aus seinen Beobachtungen in der Grenzzone zwischen dem Grundgebirge und dem auflagernden Zechstein im östlichen Sauerlande den Schluß, daß dort nach Ausfüllung der Täler, abgesehen von jüngeren Hebungen, die alte permokarbonische Landoberfläche ungefähr wieder hergestellt sei; er schätzt die flächenhafte Abtragung seit jener Zeit aus den Oberflächen- und Lagerungsverhältnissen auf höchstens 50 m. Wohl aber wirkt die Denudation kräftig im Gefolge der Erosion an den von dieser geschaffenen Hängen. Da nun, wie man abseits der Wasserläufe einwandfrei feststellen kann, sämtliche Verwerfungen des ganzen Gebiets im Landschaftsbild als Stufen nicht mehr zum Ausdruck kommen, während die Terrassen bis zu den ältesten hinauf recht gut erhalten sind, so ist die Annahme berechtigt, daß bei den verhältnismäßig kurzen Zeiträumen, in denen sich die Terrassenbildung vollzogen hat, das Gelände in größerem Umfang nur auf zweierlei Art erniedrigt werden konnte: 1. durch direkte Seitenerosion des Flusses, 2. dadurch, daß beim tieferen Einschneiden der Wasseradern oder auch bei der Seitenerosion der zwischen zwei Flußläufen gelegene Geländeteil im Verhältnis zur Höhe zu schmal wurde, wobei infolge größerer Steilheit der Gehänge eine kräftige Denudation einsetzte. Die Seitenerosion ist in ihrer Wirkung tektonisch und petrographisch bedingt: sie räumt allgemein weichere Gesteinszonen stärker weg als harte und macht häufig nach Abtragung weicher Schichten vor dahinterliegenden härteren mehr oder weniger schnell Halt. Auf jeden Fall aber schafft die Seitenerosion Verebnungen in der Höhe des Flusses und zwar, wenn auch in wechselnder Breite, in jedem Gestein. Der 2. Vorgang kann dagegen nur auf

Geländezahl wirken, die höher als der Fluß liegen, kann vor allen Dingen keine Verebnungen hervorrufen, sondern solche nur zu Rücken oder Kuppen verkleinern oder schließlich zerstören. Dies tritt ein, wenn die Böschungen der beiden begrenzenden Täler so nahe aneinander rücken, daß sie sich in einer Linie unterhalb der alten Oberfläche schneiden. Es können dann die verschiedenartigsten Bildungen entstehen: Behalten die zertalenden Wasserläufe annähernd gleichen Abstand, so ergibt sich bei einheitlicher Gesteinsbeschaffenheit ein geneigter, gratartiger Rücken, der den beiden Talsohlen im Aufriß ungefähr parallel ist. Bei wechselnder Gesteinshärte wird ein mit kleinen Kuppen besetzter Grat entstehen, da härtere Gesteine einen größeren Böschungswinkel ertragen als weiche; so ergab sich beispielsweise an nur geradlinigen Flußstrecken der Lenne in den verschiedensten schiefrigen Gesteinen aus 13 Messungen ein Mittelwert in der Neigung der Talhänge von 0.42, wobei der kleinste Wert 0.35, der größte 0.44 war. Etwas stärker auseinander gehen diese Werte für die Grauwacken- und Sandsteinzonen der Honseler-, Brandenberg- und Mühlenberg-Schichten: aus 11 Zahlen mit 0.45 als kleinstem und 0.67 als größtem Wert ergab sich ein Mittelwert von 0.55. Aehnliche Formen wie bei wechselnder Gesteinsbeschaffenheit werden durch abwechselnde Annäherung und Entfernung der beiden Flüsse entstehen. Kombinationen zwischen den angegebenen bedingenden Momenten sind natürlich ebenfalls möglich, bringen aber keine wesentlich neuen Formen vielleicht mit Ausnahme des Falles, daß das natürliche Absinken des Grates in der Richtung flußabwärts kompensiert wird durch Vergröberung der Gesteinshärte oder durch Auseinanderweichen der begrenzenden Wasserläufe: hier wäre die Möglichkeit gegeben, daß ein auf kurzer Strecke horizontal verlaufender Rücken entsteht. Wagerecht würde ferner auch die Oberkante des Rückens sein, den eine langgestreckte Flußschleife (mit geringem Gefälle) aus einem vorher höheren Bergvorsprung von einheitlicher Gesteinsbeschaffenheit herausschneidet. Von diesen Ausnahmen abgesehen, kann aber die Zertalung weder Verebnungen noch h o r i z o n t a l e Rücken schaffen: die zahlreichen Gebilde dieser Art sind eben vor dem neu einsetzenden Erosionsvorgang schon vorhanden gewesen.

In der vorstehenden Zeichnung sind die Profile eines Bergriedels und eines der zertalenden Bäche ineinandergesetzt worden. Man sieht auf den ersten Blick, daß die wagerecht

verlaufenden Teile des Rückens älter sind als der Bachlauf.

Man könnte nun aber einwenden, jene Ebenheiten seien Reste uralter Härtestufen der flächenhaften Denudation. Wenn man aber bedenkt, daß in vielen Fällen das stufenweise Absinken des Geländes zum Fuß hin in der Streichungsrichtung der Schichten erfolgt, ohne daß also ein Gesteinswechsel vorliegt, und wenn man ferner feststellt, daß diese Stufen, obwohl sie aus den verschiedenartigsten Gesteinen bestehen, sich trotzdem auf weite Strecken zwanglos zu Horizonten gruppieren, die dem heutigen Talboden parallel sind, so kann man eigentlich kaum noch daran zweifeln, daß die Seitenerosion des Flusses diese Stufen geschaffen hat.

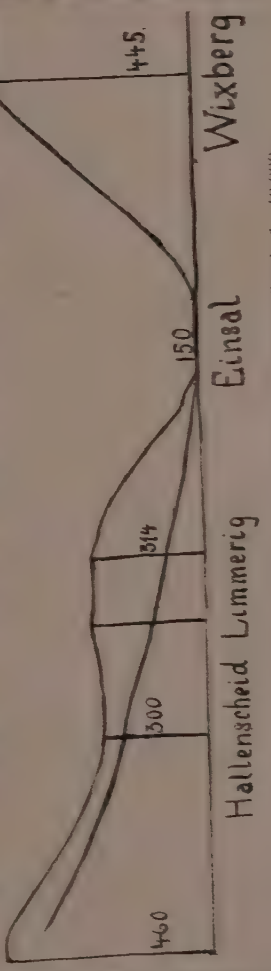


Abb. 2. Profil 1. Längenmaßstab 1 : 25 000. Höhenmaßstab 1 : 10 000.

Die vorstehenden Ueberlegungen sind aber keineswegs auf Bergrücken beschränkt, sondern lassen sich zwanglos auch auf isolierte Bergkuppen übertragen. Zeigt ein solcher gegenüber dem Hinterlande mehr oder weniger stark erniedrigter Berg nach oben hin alte, wenig geneigte Formen, oder gar eine Platte, so spricht das auch sehr dafür, daß wir hier alte Talbodenreste vor uns haben.

Ich habe nun in der vorliegenden Untersuchung nicht nur die Schotterterrassen, sondern auch alle Punkte von der oben erwähnten Art berücksichtigt, und da ergab sich das überraschende Resultat, daß fast alle diese Bildungen sich der Höhe nach zwanglos in die vorhandenen 9 Schotterterrassen einfügen und daß darüber hinaus

auch die höher liegenden Formen der genannten Art sich zu fortlaufenden Talböden aneinanderreihen. Nur ganz wenige Punkte fallen im Längsprofil aus dem Rahmen heraus, z. B. die Kahle bei Meggen, der sw. Ausläufer des Ruthenberges bei Pasel (415 m), die Spitze des Sillberges bei Plettenberg; es sind das sämtlich Formen, die bis zum Gipfel hin junge steile Hänge haben.

Was nun die Höhenbestimmung der Terrassen anlangt, so habe ich stets die Unterkante als Ausgangspunkt gewählt, obwohl ich mir durchaus darüber im klaren war, daß dies Verfahren bei schlechten Aufschlüssen und insbesondere auch bei steilem Gehänge, wie es stets zwischen Mittelterrasse und Talaue auftritt, leicht Anlaß zu Fehlern geben kann. Aber ein Ausgehen von der Terrassenoberfläche ist für die Lenne mit ihren meist schmalen, stark mit Gehängeschutt bedeckten und deshalb häufig stark geneigten Terrassen schwer durchführbar. Die Höhenzahlen sind alle aus dem Meßtischblatt entnommen und besonders für die niedrigeren Terrassen an Ort und Stelle durch Schätzung geprüft und in einzelnen Fällen berichtigt worden.

Nach diesen Bemerkungen allgemeinen Inhalts wende ich mich nun zur Behandlung der einzelnen Talböden und möchte nach dem Vorgang B r e d d i n s an Rhein und Ruhr die sämtlichen Terrassen von der Mittelterrasse bis zur Eisenberg-Terrasse als diluvial bezeichnen; denn auch an der Lenne bestehen die Schotter bis zur Sillberg-Terrasse hinauf zum größten Teil aus Grauwacken, bei den Helmke-Terrassen am Huckelberg bei Schmallenberg sogar zum Teil aus Schiefermaterial. Da die höchste diluviale Terrasse, die Mettmann-Terrasse B r e d d i n s etwas in die pliozäne Fastebene des Bergischen Landes eingesenkt ist, so gehören die über der Eisenberg (Mettmann)-Terrasse folgenden Talböden vielleicht auch dem Pliozän an. Aber da diese Talstufen nach rein morphologischen Gesichtspunkten konstruiert sind, läßt sich über ihr geologisches Alter nichts feststellen. Was sie besonders von den diluvialen Terrassen unterscheidet, ist ihre nach oben hin zunehmende bedeutende Breite. Ob und wieweit sie dem offenbar mehrstufigen Troge Philippsons entsprechen, vermag ich nicht zu entscheiden.

Die diluvialen Terrassen.

1. D i e N i e d e r t e r r a s s e.

Die Existenz einer durchgehenden Niederterrasse, die mit der gleichnamigen des Rheins identisch ist, läßt sich

weder an der mittleren Ruhr noch an der Lenne nachweisen. Nach Steinmann ist sie im Unterlauf der Ruhr bis etwa Heisingen deutlich zu erkennen, um dann zu verschwinden. Ich vermutete nun, daß eine deutlich ausgebildete 1 bis 2 m-Stufe, die an verschiedenen Stellen der Talaue z. B. unterhalb Elsey (rechts), ferner bei Letmathe (links), Bauckloh und Frielentrop (links) in ziemlich bedeutender Ausdehnung auftritt, die Niederterrasse sei. Nun machte mich aber Herr Steinmann freundlicherweise auf eine Reihe von 5 m über der Ruhr liegenden Terrassenflächen oberhalb Westhofen aufmerksam, die der Mittelterrasse vorgelagert sind und vermutlich zur Niederterrasse gehörten. Es ist also immerhin fraglich, ob man die genannten Bildungen als Reste der Niederterrasse ansehen darf, oder ob diese 2 m-Stufe der Rest eines ursprünglich höher aufgeschotterten alluvialen Talbodens ist.

Die Mittelterrassen.

Die Mittelterrasse entspricht den Bildungen, die auf den geologischen Meßtischblättern mit d_3 bezeichnet sind, doch müssen dieser Gruppe offenbar noch einige d_2-Terrassen wie z. B. die n. und s. Helbecke, bei Opperhausen (Bl. Hohenlimburg), ferner s. Teindeln (Bl. Altena) sämtlich auf dem linken Ufer zugerechnet werden. Die Terrassenreste fallen fast durchweg ihrem verhältnismäßig geringen Alter entsprechend mit recht steilem Hang zur Talaue ab. Infolgedessen ist die Höhenbestimmung der Terrassen-Unterkante häufig mit Schwierigkeiten verknüpft. Immerhin können Schwankungen in der relativen Höhe zwischen 5 und 21 m nicht auf Beobachtungsfehlern beruhen, sondern deuten unbedingt auf eine Mehrstufigkeit der Mittelterrasse hin. In der Tat zeigt sich bei einer Zusammenstellung der Höhenzahlen, daß sie sich zwanglos in zwei Gruppen unterbringen lassen, von denen die eine zwischen 5 und 12 m, die andere zwischen 13 und 21 m liegt. Dieser Spielraum von 7 m und im anderen Falle sogar von 8 m ist natürlich zum Teil auf unvermeidliche Fehler beim Ablesen der Höhenzahlen aus dem Meßtischblatt, andererseits aber auch auf tatsächliche Schwankungen in der Höhe der felsigen Unterlage eines Flußbetts zurückzuführen; ergibt sich doch aus der Zusammenstellung zahlreicher Bohrungsergebnisse im Ruhrtal zwischen Steele und Heisingen durch Spethmann („Die Entstehung der Oberflächenformen des Ruhrreviers"), daß dort auf engbegrenztem Raum die Felsoberfläche unter dem Allu-

vium Höhenwerte zwischen 44,6 m und 49,8 m über NN. aufweist, das heißt eine Schwankung um über 5 m. Die Zweistufigkeit der Mittelterrasse wird deutlich demonstriert durch ein Vorkommen bei Thereck unterhalb Rönkhausen (Bl. Plettenberg): wir haben hier eine d_3-Terrasse von 18 m Höhe und vorgelagert, aber durch anstehendes Gestein von ihr getrennt, eine solche von 8 m Höhe. Auch im Oberlauf der Lenne, besonders in der Gegend von Schmallenberg, treten die beiden Stufen mehrfach übereinander auf. Beide Mittelterrassen sind besonders da, wo sie in bedeutender Breite und Tiefe auftreten, für die menschliche Kultur von großer Bedeutung. Da die Talaue wegen der häufigeren Ueberschwemmungen, abgesehen von einzelnen höher gelegenen Teilen, nur als Wiesen- und Weideland benutzbar ist, so werden jene in sicherer Höhe über dem Hochwasser liegenden ebenen Flächen mit ihrem meist guten Boden fast durchweg vom Ackerbau in Anspruch genommen und dienen außerdem natürlich als Siedelungsland nicht nur für einzelne Bauernhöfe und Dorfschaften, sondern auch für Städte. So sind Elsey, große Teile von Hohenlimburg, Letmathe und Werdohl auf Resten der Mittelterrasse angelegt.

Beide Stufen sind an der Ruhr in der gleichen Höhenlage vorhanden; die untere geht bei Bathey und Kabel unmittelbar in die untere Mittelterrasse der Ruhr über. Am schönsten ist diese untere Mittelterrasse ausgebildet am Unterlauf des Flusses auf der Strecke Kabel-Herbeck. Sie bildet hier eine schwach zum Fluß hin geneigte Ebene von ¾ bis 1 km Breite, die sich durchschnittlich etwa 10—15 m über der Talsohle erhebt und mit kräftiger Böschung gegen diese absetzt. Die Eisenbahn, die fast stets an ihrem Rand entlangläuft, sie aber auch stellenweise anschneidet, hat im Verein mit einzelnen Ziegeleien und Fabrikanlagen einige recht gute Aufschlüsse geschaffen. So zeigt die Böschung am Bahnhof Halden in etwa 6 m Höhe über dem Fluß zunächst etwa 1½ m weiche Tonschiefer des Flözleeren, darüber 2 m Schotter und schließlich 1 m Lehm. Etwa 200 m oberhalb dieser Stelle an dem Anschlußgeleise der großen Fabrik ist das Profil etwas anders: Der karbonische Sockel ist nicht sichtbar (vielleicht vermauert); die Steilwand zeigt zunächst etwa 5 m Schotter und darüber 1 m Lehm. Die Terrassenfläche ist durch verschiedene kleine Bäche, die von den Höhen im Westen herunterkommen, zertalt, und zwar sind diese Tälchen, da sie bis auf die für Wasser undurchlässigen Tonschiefer des Flözleeren einschneiden, meist sumpfig. Die

durch die Zertalung belebte weite Fläche bildet mit ihren wogenden Getreidefeldern und freundlichen Ortschaften zusammen mit den bewaldeten Höhen im Südwesten und der frischgrünen breiten Talaue ein reizvolles Landschaftsbild. Bei Herbeck schrumpft die Terrasse sehr stark zusammen und verschwindet kurz oberhalb des Ortes, um auf der gegenüberliegenden Seite des Flusses wieder anzusetzen. Der größere nordwestliche Teil dieser 7 m über der Lenne gelegenen Fläche dient dem Acker- und Gartenbau, während der südöstliche Teil ein gutes Baugelände für den Ort Elsey abgegeben hat. Ebenso liegt der südliche Teil von Hohenlimburg auf einem größeren Mittelterrassenrest in etwa 6 m Höhe; die Schotter waren vor einigen Jahren bei einem Kanalbau südlich der Eisenbahn gut aufgeschlossen. Oberhalb Letmathe wird die untere Mittelterrasse ebenso wie die Talaue entsprechend der wachsenden Härte des Gesteins recht schmal und bildet auf der Strecke vom Grünetal bis Nachrodt nur ein wenige Meter breites Band in etwa 8 m Höhe auf der linken und anfangs auch auf der rechten Seite der Lenne. Auf der Innenseite der Flußschleifen von Nachrodt und Obstfeld ist sie naturgemäß wieder etwas breiter und dient hier als Siedelungs- und Gartenland. An beiden Stellen ist der feste Gesteinssockel mit den auflagernden Schottern unmittelbar über dem Flusse (7 bis 8 m Höhe) recht schön aufgeschlossen.

Die obere Mittelterrasse setzt erst dicht oberhalb Hohenlimburg bei Oege (rechts) in 18 m Höhe ein und begleitet von hier ab in einer Reihe von kleinen schmalen Flächen das Tal, so bei Ahm (links, 17 m), bei Genna (rechts, 21 m). Es folgen dann die auf dem geologischen Meßtischblatt Hohenlimburg irrtümlich mit d_2 bezeichneten Terrassen bei Helbecke und Opperhausen (links) in 14, 13 und 17 m Höhe. Es erübrigt sich wohl, alle die kleinen Flächen hier namentlich aufzuzählen, da sie doch im Prinzip nichts Neues bieten. Ich möchte mich deshalb auf einige größere Terrassen und das Verfolgen dieses Talbodens im Oberlauf beschränken, im übrigen aber auf die Uebersichtskarte verweisen. Bedeutende Terrassenreste finden sich fast stets an der Innenseite von Flußschleifen und zwar in der Regel als ziemlich stark geneigte Hänge, die sich ohne deutliche Stufe vom Hauptterrassen-Niveau bis fast zur Talaue hinunterziehen und deshalb auf der geologischen Karte die Bezeichnung d_2—$_3$ tragen. Ob hier echte Gleithänge mit gleichmäßig geneigter Unterkante vorliegen, läßt sich aus Mangel an Aufschlüssen nicht

feststellen. Immerhin lassen sich die beiden ähnlich gestalteten, aber nicht in einer Flußschleife gelegenen großen Terrassen bei Lenhausen (zwischen Lenne und Fretter) und Frielentrop wenigstens im tieferen Teil deutlich in zwei Stufen gliedern. Die Terrassenfläche bei Lenhausen (Bl. Plettenberg), auf der ein Teil des Ortes liegt, steigt in südlicher Richtung von 235 m bis 280 m (Oberterrasse) fast gleichmäßig an. An dem steilen Westhang in der Nähe des Bahnhofs treten uns dagegen zwei scharf und kräftig ausgebildete Stufen in 5 und 10 m Höhe über der Landstraße entgegen, was einer Höhe von 11 bezw. 16 m über dem Flusse entspricht. Die Mächtigkeit der Terrasse beträgt etwa 3 m. Die Terrasse bei Frielentrop (Bl. Attendorn) senkt sich ebenfalls in westöstlicher Richtung gleichmäßig von 270 bis 240 m. Ein tief eingeschnittener, genau von Osten nach

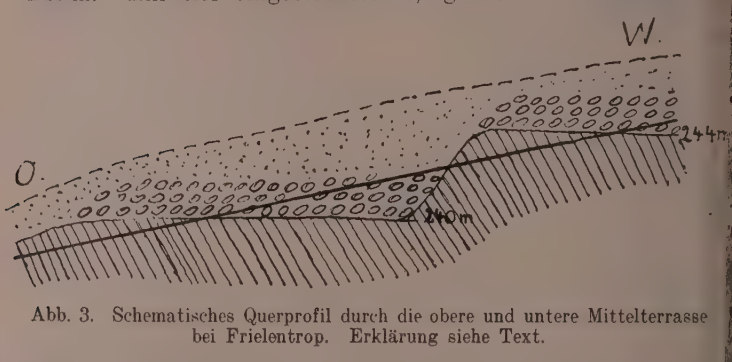


Abb. 3. Schematisches Querprofil durch die obere und untere Mittelterrasse bei Frielentrop. Erklärung siehe Text.

Westen führender Hohlweg zeigt unmittelbar jenseits des letzten Bauernhauses obiges Profil, in welchem die starke Linie die Sohle des Weges, die punktierte die Profillinie des Ackers bedeutet; das Anstehende sind Hobräcker Schiefer. Es zeigt sich also, daß die Stufe von 4 m durch Abspülung im oberen und Anspülung im unteren Teil äußerlich vollständig verwischt wird.

Von größeren Terrassenflächen sei noch genannt das etwa 50 m breite Band, das sich in etwa 15 m Höhe fast ununterbrochen von Ohle bis zur Else-Mündung hinzieht (Bl. Plettenberg) und durchweg dem Ackerbau, neuerdings auch zur Anlage von Kleinsiedlungen dient. Auf den Schiefergehalt der Schotter an dieser Stelle im Vergleich mit denen des Flußbetts wurde oben schon hingewiesen. Die Fortsetzung dieser Reihe oberhalb der Else-Mündung bildet eine

mächtige Terrassenfläche in etwa 19 m Höhe, die aber von den steilen Hängen der Saley aus stark mit Schutt bedeckt ist und deshalb in den inneren Teilen bedeutende Neigung zeigt. (Siehe Abbildung 8.) Bei einer Kanalisationsanlage auf der Straße, die nicht weit vom Steilrande zur Lenne entlang nach Brockhausen führt, kam nur eckiger Schutt, aber kein einziger Schotter zum Vorschein; diese liegen wahrscheinlich tiefer, denn 1 km weiter östlich ist da, wo sich der Weg etwas senkt und hohlwegartig wird, die Terrasse mit schiefriger Unterlage und Schottern in 100 m Länge an dem südöstlich gerichteten Wegstück aufgeschlossen. Merkwürdigerweise ist diese eigentliche Terrassenablagerung auf dem Blatt Plettenberg gar nicht eingezeichnet; der gelbe, mit $d\alpha$ bezeichnete Fleck schneidet gerade da ab, wo die Schotter beginnen, obwohl diese so zahlreich sind, daß sich bei einer Zählung der Schiefergehalt derselben mit 18% feststellen ließ. Von verhältnismäßig bedeutender Ausdehnung sind ferner die Mittelterrassen zwischen Schwarzenberg und Rönkhausen, bei Soen (links 8 m), bei Wiebecke rechts und links des alten Lennelaufs (9 m), bei Pasel (links und rechts) und unterhalb Rönkhausen (links und rechts, 12 m). Diese Flächen sind hier für die Landwirtschaft um so wichtiger, als die Hänge des Tals recht steil sind und die Hauptterrasse vollständig fehlt.

Modellartig schön ausgebildet sind die beiden großen Terrassen bei Grevenbrück zwischen Lenne und Veischede, die an verschiedenen Stellen, besonders in der großen Ziegelei mit Unterkante (17 m) gut aufgeschlossen ist, und bei Maumke (Bl. Altenhundem). Die letztere, auf der die meisten Häuser des Ortes mit ihren Gärten liegen, besteht aus einem höheren Teil (17 m) südlich der von West nach Ost laufenden Hauptstraße des Ortes und einem niederen, in etwa 10 m Höhe über der Lenne. Oberhalb Altenhundem fehlt die Mittelterrasse auf größeren Strecken nirgendwo. Besonders deutlich sind beide Stufen in der weichen Schieferzone auf der Flußstrecke Nieder-Fleckenberg—Schmallenberg—Gleidorf ausgebildet. So liegt der Friedhof des ersteren Ortes (links) auf einer oberen Mittelterrasse von 15 m Höhe über dem Tal, während gegenüber die Unterstufe als schmale Leiste in 8 m Höhe auftritt. Etwa 1½ km oberhalb bei der Fabrik finden wir auf der rechten Talseite beide Stufen scharf voneinander abgesetzt, die untere, einen Kartoffelacker, etwa 6 m, die obere, eine Wiese, etwa 10 m über dem Flusse. In diesen wesentlich geringeren Höhenzahlen, die wir auch bei Schmal-

lenberg feststellen. macht sich schon der geringere Wasserreichtum der Lenne oberhalb der Latrop-Mündung bemerkbar. Am Ostabhang des Huckelberges ist dann wieder die obere Mittelterrasse in Gestalt eines schmalen Wiesenbandes in etwa 12 m Höhe erhalten, und am Südende der Schmallenberger Flußschleife liegt der Friedhof der Stadt auf einer 5 m hohen Terrasse. Von hier ab lassen sich beide Stufen in etwa 5 bis 6 m und 10 bis 12 m Höhe etwa 1 km weit flußaufwärts übereinander verfolgen. Bei Gleidorf liegt die obere Mittelterrasse zu beiden Seiten des Nebentals etwa 13 m hoch. während bei Winkhausen rechts und links der Sorpe die untere Mittelterrasse sich 4—5 m hoch erhebt. Oberhalb der Mündung dieses wasserreichen Nebenflusses schrumpfen die Höhenunterschiede zwischen Terrassen und Talboden noch viel stärker zusammen als bisher. In Oberkirchen liegt die untere Stufe in ziemlich bedeutender Ausdehnung zwischen Lenne und Waldse in etwa 3 m Höhe. während gegenüber auf dem rechten Lenneufer die Oberstufe in 5 bis 6 m Höhe vorliegt. 2 km weiter oberhalb tritt östlich des Hirschberges dort, wo das Tal wieder breiter wird. besonders auf der linken Seite eine etwa 30 m breite Fläche auf. die sich von etwa 5 m auf 2 m Höhe senkt und dann scharf zum Alluvium abbricht; höchstwahrscheinlich handelt es sich hier um die untere Mittelterrasse. Diese Wiesenterrasse läßt sich in abnehmender Höhe bis zum oberen Ende von Westfeld verfolgen. wo die beiden Quellflüsse der Lenne sich vereinigen. Kurz vorher tritt rechts noch einmal die obere Mittelterrasse in 4 m Höhe auf und zieht sich noch eine Strecke in dem nördlich verlaufenden Tal hinauf. In dem eigentlichen Lennetal. das von hier ab mehr und mehr zu einem Kerbtal ohne ebenen Talboden wird. finden wir bis weit hinauf auf kurze Strecken kleine Stufen von 1 bis 2 m Höhe. vermutlich die Reste der Mittelterrasse.

Ein Vergleich der sämtlichen Höhenzahlen zeigt, daß die untere Mittelterrasse von 6 bis 8 m Höhe bei Halden auf 9 bis 12 m bei Rönkhausen. Meggen und Altenhundem ansteigt.

Die Hauptterrasse.

Die Hauptterrasse hat zwar, nachdem über ihr noch 6 diluviale Terrassen nachgewiesen sind. keineswegs mehr die prinzipielle und systematische Bedeutung wie früher; doch bleibt der Name immerhin gerechtfertigt durch die bedeutende Ausdehnung der von ihr eingenommenen Flächen und

die meist recht gute Erhaltung ihrer Ablagerungen, von denen auch hier die Lehmdecke eine große wirtschaftliche Bedeutung als vorzüglicher Ackerboden hat. Die Bezeichnung d_2 der geologischen Meßtischblätter für diesen Talboden trifft im allgemeinen zu, doch waren einige Umgruppierungen notwendig: So gehört die d_1-Terrasse, die dem Grünetal oberhalb Letmathe gegenüberliegt (links) unbedingt zur Hauptterrasse, während die d_2-Terrasse bei Hohlensiepen südlich Nachrodt (Bl. Hohenlimburg) zur d_1-Gruppe zu stellen ist. Die große d_1-Terrasse bei Leinschede (Bl. Plettenberg) ist ferner nicht einheitlich; der südöstliche höhere Teil gehört zur Drüfel-Terrasse (d_1), während der tiefere Teil Hauptterrasse ist. (Abb. 5.) Vor allem aber stimmen die Bezeichnungen an Lenne und Ruhr nicht überein: so ist auf Blatt Hörde die Hauptterrasse nördlich der Ruhr mit d_1, südlich der Ruhr übereinstimmend mit der Lenne mit d_2 bezeichnet, so daß hier die Bezeichnung d_1 im allgemeinen folgerichtig der Oberterrasse vorbehalten bleibt. Nach den Untersuchungen Steinmanns gehören nun jene d_2-Terrassen südlich der Ruhr und die d_1-Flächen nördlich des Flusses mit 42 m Höhe (Oberkante) zur Hauptterrasse. Da aber die große d_2-Terrasse der Lenne bei Berchum und Garenfeld bei letzterem Ort unmittelbar in die Hauptterrasse der Ruhr übergeht, so besteht kein Zweifel, daß die d_2-Flächen an der Lenne auch Hauptterrasse sind.

Als ich nun diese mit d_2 bezeichneten Reste lenneaufwärts verfolgte, um nach dem Vorgang Steinmanns an der Ruhr eine einheitliche Hauptterrasse zu konstruieren, ergaben sich bald beträchtliche Höhenunterschiede bis zu 12 m und mehr. Es fand sich dann auch bald eine Stelle, welche die vermutete Zweistufigkeit der Hauptterrasse deutlich erkennen läßt: am Abhang des Heisterberges (Blatt Hohenlimburg) liegt ein Hauptterrassenrest in 190 m Höhe (41 m über dem Fluß) und 15 m tiefer ein zweiter, der von jenem durch einen aus festem Gestein bestehenden Hang getrennt ist. 1 km weiter oberhalb finden wir bei „am Hals“ nochmals die beiden Stufen übereinander. Die untere Hauptterrasse, die an der Lenne recht gut erhalten ist, scheint an der Ruhr nur schwach entwickelt zu sein; sie fehlt z. B. zwischen der Lennemündung und Stiepel vollständig, tritt aber nach freundlicher Mitteilung von Herrn Steinmann bei letzterem Orte deutlich auf. Offenbar entsprechen auch verschiedene mit d_2 bezeichnete Teile der großen Terrassenlandschaft nördlich Schwerte (Bl. Hörde), die allerdings we-

gen gering ausgeprägter Stufenbildung nur schwer abzugrenzen sind, dieser unteren Hauptterrasse, während die niedrigeren d_2-Flächen dieses Gebiets der oberen Mittelterrasse zuzuweisen sind. So ist z. B. die d_2-Fläche nordöstlich Wandhofen südlich der Eisenbahn mit 130 m, d. h. mit 28 m über dem Flusse untere Hauptterrasse, dagegen die gleichbenannte Verebnung zwischen Schwerte und Gleisecke (Punkt 127,6 m) in 20 m Höhe über der Ruhr obere Mittelterrasse.

Auf die Uebereinstimmung beider Stufen der Hauptterrasse im Verwitterungszustand der Schotter (2—3% Schiefer) wurde weiter oben schon hingewiesen.

Das Landschaftsbild an der unteren Lenne wird in hervorragender Weise durch Terrassenbildung beherrscht und erhält dadurch seinen ganz eigenartigen Reiz. Zu der großen Mittelterrasse der linken Talseite gesellt sich auf dem rechten Ufer die mächtige obere Hauptterrasse, die in wechselnder Breite über 4 km weit von Garenfeld bis Berchum in 42 m Höhe den Fluß begleitet. Der nördliche Teil ist eine 1 bis 1¼ km breite, sehr fruchtbare Ebene, in deren Mitte der Ort Garenfeld liegt. Auf der Seite des Ruhrtales sind beide Stufen der Mittelterrasse vorgelagert; infolgedessen haben wir dort einen sanft geböschten Abhang. Zur Lenne dagegen fällt die Terrasse mit einem dicht bewaldeten mauerartigen Steilhang ab, in den einige schluchtartige kurze und steile Tälchen eingeschnitten sind. In diesen ist die Terrasse vielfach recht gut aufgeschlossen; so stellte ich genau westlich Garenfeld über den Schiefern des Flözleeren etwa 5 m Schotter und darauf 3 m Lehm fest, so daß also die Unterkante in 135 m Höhe 35 m über dem Flusse liegt. Die Schotter sind hier typische Lenne-Schotter, neben einzelnen Gangqarzen, gelbe, weiße und braungetupfte Quarzite und vor allen Dingen die Grauwackensandsteine der Brandenberg- und Mühlenberg-Schichten, deren im frischen Zustande lebhafte Farbentöne hier aber einem schmutzigen Grau gewichen sind. Die Terrasse verschmälert sich südwärts bei Lichtenböcken unter dem Einfluß der dort rückenbildend hervortretenden Karbon-Grauwacken auf etwa ¼ km, um sich bei Berchum wieder auf ¾ km Breite auszudehnen. Der Talrand behält auf der ganzen Strecke seinen geradlinigen und mauerartig steilen Charakter. Bei Berchum liegt die Oberfläche 148 m, die Unterkante 140 m hoch, so daß sich auch hier eine Höhe von 35 m über dem Tal ergibt. Wie schon erwähnt, ergab hier die Schotterprobe an zwei verschiedenen Stellen 3% schiefriges Material gegenüber 10% im Alluvium

und in der Mittelterrasse. Ferner war es mir schon wiederholt aufgefallen, daß man in den Ablagerungen der Hauptterrasse und auch der Oberterrasse an der unteren Lenne so reichlich Gesteine aus dem Oberlauf des Flusses findet, besonders den weißen, rotbraun getupften Rimmert-Quarzit der Gegend von Kirchhundem und, wenn auch spärlicher, den Keratophyr, während ich im Flusse schon wiederholt vergeblich nach solchen Stücken gesucht hatte. Ich veranstaltete deshalb auch in dieser Richtung eine Zählung und fand dicht nordwestlich von Berchum in einem Seitentälchen unter 60 sehr großen Schottern (Kopfgröße) 6 Rimmert-Quarzite, 1 Rimmert-Konglomerat, 1 Keratophyrtuff, während eine Zählung am Flusse an derselben Stelle unter 100 großen Schottern nur 1 Stück aus Rimmert-Quarzit von etwas mehr als Faustgröße ergab. Der Ausfall der kalkigen und schiefrigen Bestandteile durch Verwitterung kann diesen auffallenden Unterschied allein nicht erklären. Er dürfte ein Hinweis sein, daß zur Hauptterrassenzeit die Wasserführung der Lenne durchweg wesentlich größer war als heute, so daß große Gesteinsbrocken weithin fortgerollt werden konnten, während dies heute nur einzelnen starken Hochfluten gelingen dürfte. Daß die Schotter des heutigen Flußbetts kleiner wären als die der Hauptterrasse kann man nicht sagen, wie ein Blick in das im Sommer häufig trockene Bett der Lenne lehrt; hängt doch die Größe der Rollstücke weniger von äußeren Umständen als von der Spaltbarkeit des Gesteins ab; aber bei geringerer Wasserführung werden große Brocken nicht so weit fortgerollt.

Oberhalb Berchum löst sich die Terrassenfläche in 4 kleinere Einzelgebiete auf, die aber immer noch etwa 200 m Breite besitzen; es sind dies die beiden Flächen nördlich und östlich Reh in 35 bezw. 36 m Höhe und die beiden Reststücke westlich Henkhausen in 35 und 39 m Höhe.

Wenden wir uns nun zur linken Talseite, so haben wir südwestlich von der Lenne-Mündung die große, halbinselförmig aus der Ruhr- und Lenne-Niederung herausragende Terrassenfläche von Hengstey und Bathey in 137—138 m Höhe (Oberkante) (42 bis 43 m über dem Fluß), eine einzige mächtige Ackerfläche, da die Siedelungen auf der im Westen und Osten vorgelagerten Mittelterrasse liegen. Auf ihrer Westseite geht diese Terrasse allmählich in die Hauptterrasse der Vollme über, auf der Ostseite dagegen bricht sie südwestlich von Kabel ab, und an ihre Stelle tritt von dort ab bis etwa in die Gegend von Halden (Bl. Hohenlimburg) als schmales

Band zwischen den niedrigen Höhen des Flözleeren und der großen Mittelterrasse die untere Hauptterrasse, die aber hier wenig charakteristisch ausgebildet ist. Viel deutlicher ist sie bei Elsey (rechts) von der vorgelagerten Mittelterrasse abgesetzt. Ihre Unterkante liegt hier 140 m hoch, also 27 m über dem Fluß. Die etwas geneigte Fläche dient hier, da auf der Mittelterrasse kein Raum mehr ist, in neuerer Zeit als Baugelände. Die östlich anschließende mit „d_2—$_3$" bezeichnete Terrasse ist, obwohl sie Lenne-Schotter enthält, als Ablagerung der Lenne undenkbar; denn daß der Fluß sich von Westen her in einer Schleife in diesen engen Raum hineingezwängt habe, ohne ihn wesentlich zu erweitern, ist kaum anzunehmen; andererseits kann die Terrasse auch nicht durch eine ältere etwa von Letmathe über Ostfeld nach Elsey fließende Lenne abgelagert worden sein, da sie etwa 20 m unter dem tiefsten Punkt der Talwasserscheide bei Ostfeld liegt. Wahrscheinlich sind die Schotter von höher liegenden Teilen des benachbarten Geländes (siehe weiter unten) durch Regenfluten heruntergespült worden. Die zwischen Hohenlimburg und Letmathe folgenden Hauptterrassenreste gehören sämtlich mit 35 bis 37 m Höhe der Oberstufe an. Von einiger Ausdehnung sind bloß die Terrasse gleich oberhalb des Nahmer-Tals (links) und die Terrasse gegenüber Ahm (links), während die beiden der ersteren gegenüberliegenden Reste nur schmale beschotterte Stufen des Talgehänges sind. Die vier einander zu Paaren gegenüberliegenden Terrassen bei Oege beweisen übrigens recht deutlich, daß das Lennetal zur Hauptterrassenzeit an dieser Stelle ungefähr doppelt so breit gewesen ist wie heute.

Oberhalb Letmathe folgt dann zunächst die 170 m hoch gelegene, auf der Karte mit d_1 bezeichnete kleine Terrasse dem Grüne-Tal gegenüber, von der oben schon die Rede war. Daß die Unterstufe keineswegs von untergeordneter Bedeutung ist, zeigen die nächsten Terrassen; sie haben zwar infolge der größeren Widerstandsfähigkeit der Brandenberg-Schichten, die ja auch in der geringen Breite des heutigen Talbodens zum Ausdruck kommt, bei weitem nicht die Breite der Berchumer Terrasse, doch sind es immerhin recht bedeutende Flächen mit 5—6 m mächtigen Ablagerungen. Im ganzen ist es ein 1½ km langes, im nördlichen Teil schmales, nach Süden zu aber auf 100 m Breite anschwellendes, nach dem Fluß hin geneigtes Band, das durch mehrere Seitentäler in einzelne Stücke zerlegt wird und von Aeckern und Wiesen eingenommen wird. Das nördlichste lange und schmale Stück

gegenüber dem Grüne-Tal zeigt zunächst die teilweise kopfgroßen Schotter mit ihrer schiefrigen Unterlage sehr schön n einem Hohlwege aufgeschlossen. Einen vorzüglichen Aufchluß bietet die weiter südlich gelegene Ziegelei bei Stengingsen in der oberen, heute nicht mehr benutzten Grube. Ueber einer Schotterlage von unbekannter Mächtigkeit, die len Boden der Grube bildet, liegt eine 4 m dicke Schicht von ehr feinem, sandigem Lehm mit nur ganz vereinzelten, meist ckigen Stücken gröberen Materials. Die Höhenzahlen der Hauptteile dieses Terrassenstreifens sind 160 m (30 m), 60 m (28 m), 162 m (28 m).

Die nächste kleine Terrasse bei Nachrodt (rechts) in iner Höhe von 175—180 m gehört der Oberstufe an. Die gegenüberliegende große Fläche bei Obstfuhr, die ganz und gar der menschlichen Siedelung dienstbar geworden ist, liegt wieder in der Höhe der unteren Hauptterrasse (165 m, 25 m über dem Fluß). Zu demselben Talboden gehört auch die kleine Terrasse bei Drögenpütt (links), vor allem aber dieser gegenüber die große, ziemlich stark geneigte Ackerfläche am Fuß des Rohländer Kopfs. Hier sind die Basisschotter sehr gut aufgeschlossen in dem Hohlweg bei dem Hause Rohland, so daß ich hier wieder eine Schieferprobe anstellen konnte (3%). Die beiden einander gegenüberliegenden Terrassen gestatten, die Breite des Talbodens jener Zeit zu annähernd dem dreifachen des heutigen zu bestimmen. Von den Doppelterrassen am Heisterberg und „am Hals“ war oben schon die Rede, und es seien hier nur noch genannt die beiden unteren Hauptterrassen am Wixberg (175 m, 25 m üb. Fl.) und schräg gegenüber bei Knerling (177; 26 m). Die nun zunächst auf den Blättern Iserlohn und Altena folgenden Terrassen dieser Stufe bieten nichts Neues und seien deshalb nur mit den Höhenzahlen angeführt: Altena Bahnhof (rechts; 180 m, 25 m), Endert (rechts; 190 m, 23 m), Biesenberg (rechts; 195 m, 23 m), nördlich Dresel (rechts; 195 m, 21 m), östlich Teindeln (rechts; 235 m, 42 m), nördlich Ohle (rechts 225 m, 23 m).

Auf Blatt Plettenberg finden sich in der Umgebung des Bahnhofs Plettenberg mehrere Reste der oberen Hauptterrasse; doch scheint mir die auf der geologischen Karte eingezeichnete kleine Terrasse nordwestlich des Bahnhofs an der Weg-Gabelung in etwa 250 m Höhe nicht richtig umrissen zu sein. Sie zieht sich in Wirklichkeit bis zur nächsten Wegteilung in etwa 240 m Höhe herunter; an dem dort in nördlicher Richtung abgehenden Seitenwege waren vor einigen

Jahren bei Kanalisationsarbeiten die Schotter in etwa 1 m Tiefe aufgeschlossen. Da die gegenüberliegende kleine Terrasse am Jettmer-Berg in derselben Höhe liegt, so sind auch hier wieder beide Ränder des alten Talbodens in einem doppelt so großen Abstand wie dem heutigen festgelegt. Die große d_1-Terrasse ist, wie schon gesagt, nicht einheitlich und gehört nur mit ihrem westlichen und nördlichen Teil, der sich weit in eine kesselartige Erweiterung des Lennetals hineinzieht, zur Hauptterrasse. Die Schotter liegen in etwa 250 m Höhe, also 43 m, über dem Flusse. Nach einer 11 km langen Lücke finden wir erst bei Lenhausen wieder Reste der Hauptterrasse: Innerhalb der Flußschleife liegt westlich der Eisenbahn eine gut erhaltene Terrassenfläche, deren Schotter im Eisenbahneinschnitt in etwa 252 m (28 m über dem Flusse) aufgeschlossen sind. Während hier die Unterstufe vorliegt, sind in der großen „d_3" Terrassenfläche südlich des Ortes beide Stufen enthalten. Klettert man vom Bahnhof aus den zweistufigen Steilhang der Mittelterrasse hinauf, so findet man gleich hinter der Kante noch einmal einen Anstieg zu einer dritten Fläche, auf der etwas weiter östlich der Friedhof nebst der kleinen Kapelle in etwa 252 m liegt. Der Ausraum der Gräber zeigt Lehm mit vereinzelten Schotternestern, während ich am Westrande bei Gelegenheit von Ausschachtungsarbeiten über dem festen Sockel 1 m Schotter und 2 m Lehm feststellen konnte. Etwas weiter südlich des Friedhofs zeigt die sonst ziemlich gleichmäßig nach Süden ansteigende Ackerfläche eine schwache, mit einzelnen Schottern bedeckte Verebnung, die der oberen Hauptterrasse entsprechen dürfte (265 m; 45 m). Auch die Terrasse bei Frielentrop umfaßt außer den beiden Mittelterrassen beide Stufen der Hauptterrasse, wie sich aus den Schotterfunden in dem oben erwähnten Hohlweg (Seite 86) bis zur Höhe von 270 m ergibt. Wegen dichter Bewachsung der Böschungen war hier leider der Verlauf der Unterkante nicht festzustellen.

Flußaufwärts folgen auf Blatt Attendorn die beiden schmalen Terrassen südlich Habbecke (rechts; 270 m, 40 m), die schöne Terrasse östlich Finnentrop, die gleichzeitig Bigge-Terrasse ist (275 m, 43 m) und die ebenfalls scharf ausgeprägte Terrasse gegenüber Bamenohl (links), deren Basisschotter in 280 m Höhe 44 m über der Lenne liegen. Die kleine terrassenartige Fläche bei Theten oberhalb Grevenbrück (rechts), die merkwürdigerweise keine Ablagerungen trägt, dürfte trotzdem mit 286 m Höhe (31 m ü. L.) dem Talboden der unteren Hauptterrasse angehören. Ebenso zeigt

auch die morphologisch ausgezeichnet entwickelte Terrassenfläche südlich Maumke (300 m, 41 m) nur vereinzelte Schotter und dicht unter der Oberkante anstehendes Gestein. Obwohl auch diese Fläche nicht kartiert ist, halte ich sie ohne Zweifel für einen Rest der oberen Hauptterrasse, der entweder von vornherein nur geringe Ablagerungen trug oder sie nachträglich durch Abspülung wieder verloren hat. Wegen Schottermangels ist wahrscheinlich auch die Terrasse bei Kickenbach oberhalb Altenhundem (325 m, 40 m) nicht in die geologische Karte eingetragen. Dagegen wird die Terrasse oberhalb Saalhausen (Bl. Schmallenberg, links) wieder beiden Anforderungen gerecht; sie gehört mit 340 m Höhe (28 ü. L.) der Unterstufe an. Die obere Hauptterrasse bei „Lenne" (rechts), auf der ich keine Schotter fand, zeigt schon deutlich die Annäherung des alten Talbodens an den heutigen (375 m, 35 m). In demselben Abstand von der Talaue liegt die schmale, etwas geneigte Terrasse nordwestlich Nieder-Fleckenberg (385 m, 35 m), deren Schotter in dem sie durchquerenden Hohlwege in etwa ½ m Mächtigkeit aufgeschlossen sind, während ich auf der Terrassenfläche selbst keinen einzigen Schotter, wohl aber viel eckigen Schutt gefunden habe. Dieses Beispiel zeigt deutlich, daß die Feststellung des Vorhandenseins einer Terrasse nur nach Schottervorkommen sehr stark dem Zufall unterworfen ist.

Etwas oberhalb Nieder-Fleckenberg zeigt sich dort, wo der Fluß dicht an die rechte Talseite heranrückt, über der Eisenbahn in 380 m Höhe (25 m ü. L.) eine lange schmale Verebnung, auf der einige Bauernhäuser liegen, ein Rest der unteren Hauptterrasse. Oestlich Schmallenberg, südlich der im Tale liegenden Fabrik, und ebenso auch südwestlich des Ortes (über der Mühle) tritt diese Stufe in derselben Form und Höhe über dem Tale wieder auf. Der Ort Schmallenberg selbst liegt auf einem halbinselartig von der Lenne umflossenen ebenen Talsporn, der ein Rest des Talbodens der oberen Hauptterrassenzeit ist (400 m, 30 m).

Oberhalb der Sorpe-Mündung schrumpft auch der Abstand der Hauptterrasse von der Talaue in stärkerem Maße zusammen als bisher. Am „Oberkircherhammer" (Bl. Girkhausen) liegt rechts etwa 3 m über der Landstraße in 440 m Höhe eine schmale ebene Terrasse 20 m über der Lenne. Sie tritt in Oberkirchen an dem in nördlicher Richtung ansteigenden Feldweg an der Grenze zwischen Garten und Feld in etwas breiterer Form in 450 m wieder auf. Einige km oberhalb in Westfeld liegt in dem ersten kleinen Tälchen,

das oberhalb der Kapelle von Süden her einmündet, in etwa 16 bis 18 m Höhe eine kleine Terrasse und 4 m höher eine zweite, etwas stärker geneigte. Schließlich finden wir als letzte deutliche Andeutung der Hauptterrasse am oberen Ende von Westfeld südlich des Flusses eine breite Ackerfläche, die von 540 auf 520 m sinkt, also mit ihrer Unterkante etwa 20 m über der Lenne liegt. Das starke Zusammenschrumpfen der Terrassenflächen, insbesondere der Hauptterrasse im Oberlauf der Lenne, ist für die Landwirtschaft von unangenehmer Bedeutung und zwingt die Bewohner mehr und mehr auch die stark geneigten Hänge in Kultur zu nehmen; findet man doch nicht selten Aecker, die eine Steigung von 20° bis 30° haben. Was das für die Abspülung der Ackererde, andererseits für die Bestellung und Ernte bedeutet, bedarf kaum eines Hinweises.

Ein Ueberblick über die Höhenzahlen lehrt, daß das Niveau der oberen Hauptterrasse ziemlich gleichmäßig von 35 m bei Berchum auf 44 m bei Bamenohl ansteigt, um dann oberhalb Altenhundem allmählich wieder zu sinken, während die Höhe der unteren Stufe um einen Mittelwert von 25 m schwankt.

Die Oberterrasse.

Während die auf den geologischen Lenne-Blättern mit d_2 und d_3 bezeichneten Terrassengruppen im allgemeinen einheitlich sind und den beiden Haupt- und Mittelterrassen entsprechen, ist die d_1-Gruppe vollständig inhomogen; sie umfaßt Höhenzahlen von 56 bis 100 m und läßt sich, da die Sillberg-Terrasse auf Blatt Plettenberg durch Weglassen der Bezeichnung schon besonders hervorgehoben ist, in vier Stufen zerlegen, die Oberterrasse, Drüfelterrasse und die beiden Helmke-Terrassen. Die Bezeichnung der jüngsten Stufe gewissermaßen als einer Oberstufe der Hauptterrasse halte ich nicht für glücklich gewählt; denn die Oberterrasse hat wenigstens an der Lenne einen ganz anderen Charakter als die beiden Hauptterrassen: Die Lehmdecke ist größtenteils abgetragen, und die Schotter liegen, wenn sie noch vorhanden sind, frei zutage, häufig stark mit dem Verwitterungsschutt des anstehenden Gesteins vermischt. Die Terrasse ist also höchst wahrscheinlich wesentlich älter als die beiden im Alter nicht sehr voneinander verschiedenen Hauptterrassen. Für die Landwirtschaft spielt sie bei weitem nicht die Rolle wie die beiden jüngeren Terrassen, und ihre Flächen sind in Ge-

bieten mit hartem Gestein vielfach mit Wald bedeckt. In der Höhenlage von 57 bis 63 m entspricht sie durchaus der Oberterrasse der Ruhr. Diese finden wir etwa 1½ km oberhalb der Lenne-Mündung bei Westhofen (rechts); dort liegen unmittelbar nördlich des Punktes 157,8, also in Höhe 155 bis 156 m (57 m über der Ruhr), Schotter im Acker. Viel deutlicher ist aber das Vorkommen 1 km südlich des Dorfes Hennen (links), 5 km oberhalb Schwerte (Bl. Hörde). Die Oberterrasse tritt dort in Form einer großen, stark beschotterten Fläche von 166 bis 170 m Höhe auf (56 bis 60 m über der Ruhr). Auch unterhalb der Lenne-Mündung ist diese Stufe wiederholt vertreten, z. B. im Hohenstein b. Witten (58 m über dem Flusse).

An der Lenne ist die Oberterrasse am schönsten ausgebildet in der klassischen Terrassenlandschaft von Kabel-Halden (Bl. Hohenlimburg); sie ergänzt dort das schöne Landschaftsbild, von dem oben die Rede war, mit ihren bewaldeten Abhängen in wirkungsvoller Weise. Es reihen sich dort auf der linken Flußseite von Halden bis zum Hömberg 5 ziemlich bedeutende Terrassenreste aneinander. Das nördlichste Vorkommen ist ein mitten im Walde liegender schmaler Ackerstreifen westlich Halden an der Grenze des Blattes (165 m, 63 m). Der Acker ist wegen der zahlreichen Schotter recht minderwertig und außerdem in feuchten Jahren sumpfig; diese Nässe läßt darauf schließen, daß die wasserundurchlässigen Tonschiefer des Flözleeren dicht unter der Oberfläche liegen. Die südlich anschließende bedeutend größere und etwas geneigte Fläche ist teils bewaldet, teils als Siedelungsland verwendet worden. Auch hier treten reichlich Schotter zutage, unter denen der rotgetupfte Rimmert-Quarzit aus dem oberen Lenne-Gebiet ziemlich häufig ist. Die Höhe beträgt 165 m, 61 m über dem Flusse. Die nächste Terrasse südwestlich Halden (165 m, 59 m) bietet infolge sehr dichter Bewaldung ebensowenig einen guten Aufschluß wie die folgende, die von Wiesenland bedeckt ist. Erst die südlichste der 5 Terrassen am Nordfuß des Hömberges, die sich der Lenne wieder mehr nähert, ist wieder Ackerland.

Es folgt nun eine große Lücke; erst bei Werdohl (Bl. Altena) finden wir zwar keine Schotterterrasse, wohl aber zwei kleine Flachkuppen, die eine in der mittleren Flußschleife ½ km genau südlich des Bahnhofs (240 m, 55 m), die andere östlich davon mitten in dem nach Süden gerichteten Mäander (236 m), die mir beide diesem Talboden anzugehören scheinen. Südöstlich von dem letzteren Punkt liegt

außerdem an dem linken Talhang im Walde ein scharfer Felsvorsprung mit wagerechter Oberkante ebenfalls in 240 m Höhe, der aber im Kartenbilde nicht zum Ausdruck kommt.

Die nächste Schotterterrasse dieser Stufe liegt am Südostabhang des Sill-Berges nordwestlich vom Bahnhof Plettenberg. Die Schotter liegen an der Höhenlinie 260 rechts und links des Hohlweges. Nördlich Rönkhausen (Bl. Plettenberg) finden sich die Schotter der dortigen Oberterrasse in 275 m Höhe (55 m ü. L.) dort, wo der zunächst nördlich verlaufende Feldweg nach Nordosten umbiegt. Die große d_3-Terrasse südlich Lenhausen (Bl. Attendorn) umfaßt in ihrem südlichen Teil am Waldrande dicht neben dem Abhang zum Fretter-Tal in 280 m Höhe auch noch ein Stück Oberterrasse in Gestalt eines kleinen ebenen Kartoffelackers mit vereinzelten Schottern. Die nächste Terrasse auf der Wilhelmshöhe nördlich Grevenbrück (Bl. Altenhundem) ist wieder recht ausgedehnt und mit Schottern besät. Sie liegt in 252 m Höhe, also 58 m über der Lenne. In der schönen Terrassenlandschaft bei Meggen (siehe Abb. 4 Seite 99) tritt die Oberterrasse in zwei sehr deutlichen Resten auf, einem kleinen ebenen Vorsprung ½ km südlich des Bahnhofs und auf dem rechten Ufer in einer kleinen Flachkuppe am Obstabhang des von Halberbracht herunterkommenden Seitentals, beide in Höhe 321 m (60 m ü. L.).

Wie man aus den Höhenzahlen ersieht, zeigt die Oberterrasse ebensowenig wie die untere Hauptterrasse und obere Mittelterrasse auf der Strecke Mündung—Altenhundem einen flußaufwärts zunehmenden Abstand von der Talaue.

Oberhalb Altenhundem tritt die Oberterrasse erst in der Gegend von Schmallenberg in bedeutend geringerer Höhe über dem Tale auf. Ich erwähne zunächst die große Verebnung südlich Gleidorf in 431 bis 433 m Höhe, die im Bogen von der Lenne umflossen wird; die recht spärlichen Schotter — ich fand im ganzen etwa ein Dutzend — liegen zwischen zahlreichen eckigen Schieferstücken. Die Höhe über dem Flusse beträgt 38 m. In dieselbe Höhenstufe gehört auch das alte Tal, das vom Südende von Schmallenberg südlich des Huckelberges nach Ober-Fleckenberg zieht. Die Bezeichnung Tal rechtfertigt sich einmal durch die Form, die nur im westlichen Teil etwas durch jüngere Erosionsvorgänge beeinflußt worden ist, und durch die Schotter, die ich auf der flachen Talwasserscheide in 415 m Höhe also 45 m über der Lenne fand. Die Schotter kommen zwar nur vereinzelt vor; aber ich fand auf einem frischgepflügten Ackerstück immerhin

20 Stück. Es handelt sich hier wohl kaum um ein altes Lenne-Tal, das dem morphologischen Verständnis unüberwindliche Schwierigkeiten bereiten würde, sondern höchst wahrscheinlich um den ehemaligen Unterlauf des Grafschafter Baches, der früher bei Fleckenberg mündete und bei der Ausdehnung der Schmallenberger Schleife nach Süden von der Lenne angeschnitten wurde.

Abb. 4. Terrassenlandschaft zwischen Maumke (Vordergrund rechts) und Meggen (Hintergrund links). Im Hintergrund die Kuhhelle.

Als letzten Vertreter der Oberterrasse kann man vielleicht eine kleine Terrasse südlich Winkhausen (Bl. Girkhausen) auffassen, die etwa 445 m hoch liegt, 37 m über dem Tale.

Die Drüfel-Terrasse.

Diese Terrasse hat nach dem heutigen Zustand ihrer Ablagerungen große Aehnlichkeit mit der Oberterrasse. Die Bezeichnung stammt von dem Landesgeologen Bärtling, der zuerst die Schotter auf der Flachkuppe bei Drüfel nördlich Schwerte (Bl. Hörde) in 170 bis 175 m Höhe (65 bis 70 m über der Ruhr) beschrieben und den Ortsnamen auf alle in entsprechender Höhe gelegenen Terrassen der Ruhr übertra-

gen hat. Auch weiter unterhalb tritt sie wiederholt auf, z. B. am Opfersiepen bei Wengern (links, Bl. Witten) in 71 m Höhe. Auch an der Lenne tritt diese Stufe recht kräftig hervor und findet sich an zahlreichen Stellen in derselben Höhe von 67 bis 75 m. Zu ihr gehören große Teile der Oberfläche des Massenkalkzuges von Hohenlimburg-Letmathe, die aber nicht als Terrassen kartiert worden sind. So fand ich auf der terrassenartigen Fläche über Mühlendorf am Südabhang des Mühlenberges bei einem dort neu angelegten Kalksteinbruch in der abgeräumten etwa ¾ m mächtigen Lehmdecke zahlreiche stark verwitterte Lenne-Schotter in Höhe 190 m (72 m ü. L.). Von derselben Art sind die Schotter, die etwa 3 km oberhalb bei Ahm (rechts) an dem kleinen Teich in der nordwestlichen Ecke des Gutshofes aufgeschlossen sind; sie finden sich auch im Acker nördlich und westlich davon und kommen in der Viehweide südlich der Häuser überall in den Maulwurfshaufen zum Vorschein. Diese offenbar diluvialen Schotter sind scharf zu trennen von den wahrscheinlich viel älteren auf der Karte eingezeichneten Tertiärresten. Es sind dies feine Sande und Letten, die vermutlich in der jüngeren Tertiärzeit, als die Oberfläche des Massenkalkes noch höher lag, von oben in Taschen und Höhlen des Gesteins eingeschwemmt, dann bei fortschreitender Erosion durch die Lenne freigelegt wurden und nun auf derselben Höhe mit den bedeutend jüngeren Drüfel-Schottern liegen. Diese Ansicht wird gestützt durch die Lagerung des Tertiärs am Ostrande von Ahm, wo die Sande in höhlenartigen Nischen einer Doline liegen. Die Höhe der Schotter von Ahm beträgt 190 m (68 m ü. L.).

Ganz ähnlich liegen die Verhältnisse auf der anderen Seite der Lenne südlich von Letmathe. Hier liegen an verschiedenen Stellen am Steilrande des Massenkalkplateaus stark verwitterte Schotter von ähnlicher Art wie bei Mühlendorf und Ahm. Die Höhenlage beträgt westlich Helmke 202 m (74 m), östlich dieses Ortes 205 m (75 m). Auf der großen Schutthalde der Rhein.-Westf. Kalkwerke unmittelbar südöstlich Helmke fand ich mächtige Brocken eines ganz aus Lenne-Schottern bestehenden Konglomerats mit kalkigem Bindemittel. Nähere Nachforschungen ergaben, daß dieses Gestein aus einer tiefen Tasche des Massenkalkes stammte, die am Südrande des Steinbruches östlich Helmke in 205 m Höhe sich öffnete und von dort sich etwa 50 m senkrecht nach unten erstreckte, so daß die Schotter nur 20 m über der Sohle des Steinbruches lagen. Auf der letzteren lag gerade noch

ein aus dieser Tasche stammender mächtiger Quader von Mühlenberg-Sandstein mit etwa 40 cm Kantenlänge und etwas abgerundeten Kanten, der unter einer 10 cm dicken, braunen Verwitterungsrinde noch den blaugrauen Farbenton des frischen Gesteins zeigte. Der auffallende Gehalt des Konglomerats an weichen Bestandteilen dürfte wohl auf die geschützte Lage in tiefen Höhlen zurückzuführen sein, wo sie zwar nicht den chemischen Einflüssen, wohl aber der Einwirkung des Frostes und der Sonnenstrahlung entzogen waren. Auf der südöstlich von Helmke gelegenen, nach Osten vorspringenden Terrasse in Höhe 205 findet man wieder die normalen aus Sandsteinen, Grauwacken und einzelnen Quarzen bestehenden Schotter dieser Stufe im Acker.

Die nächsten Reste der Drüfel-Terrasse liegen südlich Nachrodt (links); der eine ist ein stark beschotterter Acker östlich von Hohlensiepen in 205 m Höhe (68 m ü. L.) (Abb. 7, Seite 113), der andere eine von einem kleinen Bach zertalte Wiese östlich von Schmalsgotte mit einzelnen derben alten Schottern am Steilhang (215 m, 75 m).

Abgesehen von einer kleinen Terrassenfläche unmittelbar östlich der Rahmede-Mündung (Bl. Altena) in 230 m Höhe (70 m ü. L.) ist die Drüfel-Terrasse erst wieder bei Werdohl vertreten. Es ist eine Ackerfläche mit vielen Steinen, unter denen sich hie und da Schotter finden; sie liegt ¾ km südlich vom Bahnhof Werdohl in 255 m Höhe, 70 m über dem Tal. Die kleine felsige Verebnung am Bauckloh (links) genau über dem Tunnel in 260 m Höhe (67 m ü. L.) gehört vielleicht auch diesem Talboden an. Eine der schönsten Drüfel-Terrassen ist die Gringel-Terrasse bei Ohle (Bl. Altena; links) in 270 m Höhe, 70 m über der Lenne. Trotzdem ist der Schotterbefund recht dürftig; auf der Terrassenfläche selbst fand ich nur Schiefergrus und keinen Schotter; diese entdeckte ich erst in einzelnen groben Stücken in einem Bachriß etwas unter dem Rande der Fläche.

Auch die ausgezeichnete Terrassenlandschaft bei Plettenberg ist in den höheren Stufen recht arm an Schottern. Davon abgesehen veranschaulichen die beiden Drüfelterrassen östlich Eschen und östlich Leinschede (275 m, 65 m) recht plastisch den alten Talboden. Auf der erstgenannten Fläche, einer mitten im Tannenwald gelegenen Viehweide, fand ich weder in den Wasserlöchern noch an der von anstehendem Gestein gebildeten Kante einen einzigen Schotter. Dagegen lieferte die Terrasse bei Leinschede eine Reihe faust- bis kopfgroßer Rollstücke. Nach rein morphologischen Gesichts-

punkten mußten ferner einige ebene Flächen bei Lenhausen der Drüfel-Terrasse zugerechnet werden, zunächst eine Flachkuppe genau in der östlichen Verlängerung des Eisenberges in 302 m Höhe und ferner die oben vollständig flache kleine Kuppe südlich Lenhausen zwischen Fretter und Lenne in 300 m Höhe. Schotter waren an den genannten Punkten schon wegen der dichten Bewaldung und Nadelstreu nicht zu finden. Auch die große mit dl bezeichnete, in der Höhen-

Abb. 5. Terrassenlandschaft bei Plettenberg im Hintergrund der Heiligenstuhl mit dem Kloff (K).

lage etwas ungleichartige Fläche östlich Finnentrop (Bl. Attendorn) dürfte in ihrem südlichen 305 m (75 m ü. L.) hohen Teil zur Drüfel-Stufe gehören. Schotter fand ich nur in ganz geringer Anzahl unter den Lesesteinen.

Wahre Schulbeispiele von Schotterterrassen sind aber wieder die großen Flächen auf den weichen Kulmschiefern und auf dem Massenkalk zwischen Bamenohl und Grevenbrück (rechts). Die nördlichste südöstlich Haus Bamenohl ist teils Wald-, teils Ackerland und zeigt auch im Waldboden allenthalben die abgerollten, vielfach kopfgroßen Gangquarze, Quarzite, Keratophyre und Grauwacken; die Höhe beträgt 310 bis 315 m (68 m). Die Terrasse südlich Sporke gehört

offenbar nur mit ihrem tieferen südlichen Teil in Höhe 315 m bis 320 m (71 m), der auch ausschließlich die Schotter trägt, zur Drüfel-Stufe. Die südlichste der drei großen Terrassen nördlich der Wilhelmshöhe bei Grevenbrück ist ein weites Schotterfeld, das mit kopfgroßen Rollstücken geradezu überstreut ist. Die Höhe der Unterkante beträgt 325 m, 77 m über dem Tal. Auf der anderen Seite des Elspe-Tals liegt als Gegenstück zu der vorigen eine zwar schotterlose, aber sehr schön ausgeprägte Terrasse ebenfalls in 325 m Höhe; es ist die unterste Stufe der prächtigen Taltreppe, die von hier zur Weilenscheidt in 4 Absätzen hinaufführt. In der Terrassenlandschaft von Meggen ist die Flachkuppe der Hermeshelle in der Mitte zwischen Meggen und Maumke in 331 m Höhe (70 m ü. L.) mit nur geringem Schotterbefund offenbar auch ein Rest des Talbodens der Drüfel-Zeit. (Siehe die Abb. 4, Seite 99 und 9 auf Seite 116).

Oberhalb Altenhundem tritt die Drüfel-Terrasse nur noch in einigen schotterlosen, der Form nach aber recht deutlich erkennbaren Resten auf und zwar zunächst bei Nieder-Fleckenberg in einer Terrasse nordwestlich des Bahnhofs (über der erwähnten Hauptterrasse) und in einer Flachkuppe südlich vom Bahnhof, beide in 440 m Höhe und 60 m über der Lenne. Bei Schmallenberg zeigt der der Kirche in östlicher Richtung gegenüberliegende Talhang in 430 m Höhe (58 m ü. L.) eine deutliche Stufe. Viel klarer ist aber noch die schöne Terrasse nordwestlich des Wilzenberges in 450 m Höhe (60 m ü. L.). Als letzten erkennbaren Rest des Drüfel-Talbodens kann man wohl die über der erwähnten Oberterrasse bei Winkhausen liegende geneigte Ackerfläche in etwa 457 m Höhe, 50 m über dem Tale auffassen.

Zusammenfassend kann man feststellen, daß auch die Drüfel-Terrasse auf der nordwestlich gerichteten Flußstrecke kein Ansteigen gegenüber dem heutigen Talboden zeigt, sich diesem dagegen im Oberlauf auf 60 und schließlich auf 50 m annähert.

Die Helmke-Terrassen.

Die Helmke-Terrassen, so von mir benannt nach den Schottervorkommen bei dem kleinen Ort Helmke südlich Letmathe, entsprechen in der Höhenlage durchaus den beiden Hösel-Terrassen Breddins an der Ruhr in 80 bis 85 m bezw. 95 bis 100 m über dem Tal. Die untere Helmke-Terrasse findet sich in der Gegend von Hohenlimburg und Letmathe nur

in Form von wenig terrassenartig ausgeprägten, ziemlich geneigten und sehr schwach beschotterten Hängen, so daß ich diesen Vorkommen zunächst keine selbständige Bedeutung beimaß. Dadurch standen aber verschiedene deutliche Terrassen bei Plettenberg in 83 bis 87 m Höhe völlig isoliert da. Da nun auch die offenbar diluvialen Schotter der 120 m hohen Sillberg-Terrasse nordwestlich des Bahnhofs Plettenberg mit den gleich hoch gelegenen Quarzschottern und weißen Tonen und Sanden am Südabhang des Steltenberges bei Hohenlimburg nicht in Einklang zu bringen waren und da außerdem die untere Hauptterrasse auf Blatt Plettenberg fast vollständig fehlt, so glaubte ich für die Gegend des Ebbe-Sattels eine jung diluviale Hebung von etwa 15 m annehmen zu müssen, die allerdings, wenigstens was die Höhenlage der Terrassen anbetrifft, die vorhandenen Unstimmigkeiten beseitigte. Erst als ich im Sommer 1929 durch Breddins untere Hösel-Terrasse auf die Terrassen-Natur der obengenannten Schotter im Unterlaufe der Lenne aufmerksam wurde und zu der Ansicht gelangte, daß jene so breit eingezeichneten Tertiär-Reste am Steltenberg gar keine Terrasse, sondern höchst wahrscheinlich Schottervorkommen in freigelegten Spalten und Taschen des Massenkalks sind, ergab sich eine zwanglose Durchführung der einzelnen Terrassen ohne diese Hebung in der Gegend von Plettenberg.

Die Helmke-Terrassen sind deshalb von besonderem Interresse, weil ihre Schotter an zwei verschiedenen Stellen auf alte Lenne-Läufe hinweisen, die mit dem heutigen Tal nicht übereinstimmen. Es handelt sich um den geradlinigen Talzug Letmathe-Elsey und den von Lepschenhof über Schmalsgotte, Obstfelder Stall nach Langenstück südlich Nachrodt (Bl. Hohenlimburg). Die Schotter des alten Tales Letmathe-Elsey liegen am Nord- und Ost-Abhang des Steltenberges, an ersterer Stelle etwa zwischen den Höhenlinien 215 und 220 m gleich nördlich des Feldweges, der in westöstlicher Richtung ungefähr am Waldrande entlang geht; ihre Höhenlage über der Talsohle bei Oege von 95 bis 100 m entspricht also der der oberen Helmke-Terrasse. Sie finden sich dort in einem etwa 300 m langen, schmalen Acker von wenig ausgeprägter Terrassenform in ziemlich bedeutender Anzahl. Nach Westen hin senkt sich der genannte Feldweg, und in der Höhenlage von etwa 200m findet man nördlich der Höhe 216 in dem Acker am Waldrand ebenfalls vereinzelte Schotter; es handelt sich hier um die untere Helmke-Terrasse. Ganz ähnlich, nur etwas deutlicher liegen die Verhältnisse Ahm gegenüber auf

der anderen Lenne-Seite südlich Letmathe. Hier liegen die höheren Schotter auf einer Terrasse in 325—330 m Höhe (102 m ü. L.) südöstlich von Helmke, während die untere Helmke-Terrasse durch einen schwach beschotterten, etwa 200 m langen Ackerstreifen südwestlich dieses Ortes in etwa 210 bis 215 m Höhe angedeutet ist (westlich der Fahrstraße von Helmke zum Brandenberg). Ich möchte nicht verschweigen, daß ich den erwähnten Schotterfunden anfangs recht mißtrauisch gegenübergestanden und die Sachlage an Ort und Stelle immer wieder geprüft habe; ich konnte aber schließlich besonders bei der Uebereinstimmung der Befunde vom Steltenberg und von Helmke nicht mehr daran zweifeln, daß die Oberdevon-Senke zwischen Letmathe und Elsey ein altes Lenne-Tal sei, um so mehr, als die von jüngeren Erosionsvorgängen gänzlich unberührte Talwasserscheide mit 195 m Höhe in das Niveau der Drüfel-Terrasse fällt *). Daß sich auf dem Nordabhang dieses Talzuges keine Schotter finden, ist wohl auf die dort eingetretene Zertalung durch zwei kleine westlich und östlich abfließende Bäche zurückzuführen. Es bliebe nur die schwierige Frage, wie diese merkwürdige Aenderung des Lenne-Laufes zur Drüfel-Zeit zu erklären ist. Die Laufstrecke zwischen Nachrodt und Hohenlimburg ist ja zunächst ein getreues verkleinertes Abbild des Wuppervierecks zwischen Hückeswagen und Burg; gerade so wie die Wupper beim Verlassen des Lenneschiefer-Gebiets in Barmen-Rittershausen rechtwinklig in die Richtung des Massenkalkzuges einbiegt, um diesem bei Sonnborn ebenso entschlossen wieder den Rücken zu kehren, verhält sich auch die Lenne oberhalb und unterhalb Letmathe. Dann aber bereitet sie dem Morphologen eine zweite Ueberraschung: sie kehrt bei Hohenlimburg in das Massenkalk-Gebiet zurück und durchquert es diesmal geradlinig, ohne sich beeinflussen zu lassen. Diese letzte geradlinige Strecke von Hohenlimburg bis zur Mündung fällt mit einer bedeutenden Querverwerfung zusammen, an welcher beispielsweise der Massenkalk rechts der Lenne stark nach Süden versche-

*) Während der Drucklegung stieg mir eine schon früher gehegte Vermutung wieder auf, daß jenes Tal den ehemaligen Unterlauf des heute bei Letmathe mündenden Flehmer Baches bilde, der bei einer durch Schiefstellung hervorgerufenen Ausdehnung des Lennetals nach Norden hin n. Letmathe durch den Hauptfluß angezapft wurde (vgl. Seite 25). Aber bei der Untersuchung der Schotter stand ich auch diesmal wieder ganz unter dem Eindruck, daß es sich um Lenne-Schotter handelt (hauptsächlich Brandenberg- und Mühlenberg-Grauwacken und ganz vereinzelte Keratophyrtuffe).

ben erscheint, ist also wahrscheinlich ein sehr alter tektonisch bedingter Talabschnitt. Dagegen vermag ich mir den südwärts gerichteten Bogen Genna—Hohenlimburg nur so zu erklären, daß die Lenne zur Zeit der Bildung der Drüfel-Terrasse etwa in der Gegend von Ahm ein Höhlensystem im Massenkalk angeschnitten hat und mit Hilfe desselben zunächst unterirdisch bis nach Hohenlimburg geflossen ist; das Hinübergreifen in die Lenneschiefer-Zone wäre dann unschwer durch Seitenerosion zu erklären.

Südlich von Nachrodt liegen vereinzelt alte Schotter auf dem flachen Acker am Obstfelder Stall in 240 bis 245 m Höhe, d. h. in Beziehung auf die Mitte der dortigen Flußschleife in 100 bis 105 m Höhe über der Lenne. Diese auf dem geologischen Blatt Hohenlimburg mit d_1 bezeichnete obere Helmke-Terrasse liegt auf einer breiten flachen Talwasserscheide. Auch das Tal, das von hier südöstlich über Schmalsgotte nach Lepschenhof führt ist ein breites Hochtal, in dessen Sohle der kleine Bach weiter abwärts ein jüngeres steilwandiges Tal eingeschnitten hat. Nach Lage der Dinge kann es sich hier nur um einen alten Lenne-Lauf handeln. Wie ich mir die Entwicklung des Flußlaufes an dieser Stelle denke, habe ich in der Zeichnung (Abb. 6) wiedergegeben: Die punktierte Linie sei der Lauf des Flusses zur Zeit der oberen Helmke-Terrasse; die große Flußschleife, die vermutlich aus einem freien Mäander zur Zeit der Bergfeld-Terrasse (siehe daselbst) entstanden ist, wurde an der engsten Stelle durchgeschnitten. Zur Drüfel-Terrassen-Zeit bildete sich dann die gestrichelte Form heraus, die durch die beiden oben genannten Terrassenreste festgelegt ist, und aus dieser entstand dann allmählich die heutige Gestalt des Flußlaufes (die ausgezogene Linie). Die Obstfelder Hardt ist danach als alter Umlaufberg aufzufassen.

Im weiteren Verlaufe des Lenne-Tals treten die beiden Helmke-Talböden in einer ganzen Reihe meist schotterloser, aber in der Form recht gut ausgeprägter Terrassen auf. Die große Terrassenfläche über der Mündung des Rahmede-Tals südlich Altena ist für den Gartenbau der stark eingeengten Bevölkerung von nicht geringer Bedeutung. Die Höhenlage beträgt 260 m, 100 m über dem Tal. 6 km weiter oberhalb liegt in der großen, nach Norden gerichteten Flußschleife bei Elverlingen eine oben recht flache Kuppe in einer Höhe von 260,1 m, 88 m über der Lenne, die recht gut in das Niveau der unteren Helmke-Terrasse hineinpaßt, während der zu ihr hinführende schmale Grat

durch jüngere Seitenerosion des Flusses besonders von der Ostseite her schon erniedrigt zu sein scheint. Südlich Wilhelmstal, 2 km oberhalb des vorhin genannten Punktes, zeigt der linke Talhang in 90 bis 100 m über der Lenne eine weite kesselartige Ausbuchtung mit einem fast ebenen, nur von einigen kleinen Bächen zerschnittenen Talboden. Von den 4 entstandenen Abschnitten dürfte die ebene Ackerfläche nördlich Heedhoff sowie der bewaldete Vorsprung nördlich

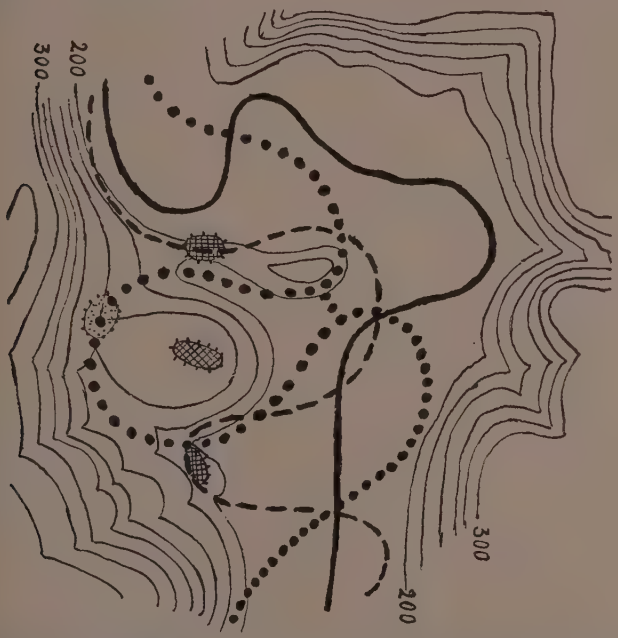


Abb. 6. Entwickelung des Lennelaufs bei Nachrodt. Erläuterung siehe Text. Maßstab 1 : 25 000. Terrassenbezeichnung siehe die Uebersichtskarte.

derselben zur unteren Helmke-Stufe gehören, während die beiden aufgesetzten kleinen Küppchen in 270 m Höhe, ferner der Vorsprung unmittelbar an der Lenne sowie ein schmaler, ebener Riedel nordw. Heedhoff (beide in 275 m Höhe) auf die höhere Stufe der Helmke-Terrasse hindeuten. Schotter habe ich auf keiner der Flächen gefunden. In der schönen Hoch-Terrassenlandschaft südöstlich Wintersohl finden wir wieder zwei ausgezeichnete Vertreter beider Stufen, zwei

Ackerflächen, die eine südwestlich Erlhagen in 287 m Höhe (99 m ü. L.), die andere östlich dieses Orts 280 m hoch (90 m ü. L.), aber auch hier wieder ohne Schotter.

Während nun auf Blatt Altena keine der angegebenen Terrassen kartiert ist, sind auf dem später herausgekommenen Blatt Plettenberg wenigstens zwei Terrassen der Helmke-Stufe eingezeichnet, trotzdem auch hier trotz wiederholten aufmerksamen Suchens meinerseits der Schotterbefund mit 3 bis 4 Stücken als ganz minimal bezeichnet werden muß; es sind dies die Terrassen nördlich Eiringhausen (295 m, 91 m) und östlich Eschen (300 m, 90 m) (siehe Abb. 5). Es gibt aber auf Blatt Plettenberg noch eine ganze Reihe deutlich ausgeprägter Verebnungen, die mit demselben Recht als Reste der beiden Helmke-Talböden bezeichnet werden können, vor allem die drei 305 m hohen, etwas geneigten Vorsprünge auf der linken Seite zwischen Pasel und Schwarzenberg. Von anderen Punkten wären noch zu nennen der etwas geneigte Bergvorsprung des Stübel nördlich Ohle in 300 m Höhe (102 m ü. L.) und die ebene Felsplatte der Burnhöhe nordw. Lenhausen in 320 m Höhe (97 m), beide der oberen Stufe angehörend. Da die auf den Blättern Attendorn und Altenhundem zunächst folgenden Stellen nichts wesentlich Neues bieten, so seien sie mit ihren Höhenzahlen nur kurz genannt: ein kurzer flacher Rücken südöstlich Frielentrop zwischen Fretter und Lenne (316 m, 88 m), ein breiter ebener Bergvorsprung südlich des genannten Ortes in Höhe 332,8 m (104 m ü. L.), eine oben flachgewölbte Kuppe nördlich Theten oberhalb Grevenbrück (352 m, 100 m), ferner eine kleine Terrasse nordöstlich Meggen in dem dortigen Hochtalkessel (Abb. 4) in 265 m Höhe (103 m ü. L.).

Oberhalb Altenhundem wären zu nennen der in seinem oberen Abschnitt flach gewölbte Rücken nordöstlich von Kickenbach in 375 bis 380 m Höhe (85 bis 90 m ü. L.), die flache Kuppe des Bauerhagen bei Gleyerbrücke (395 bis 400 m; 90 bis 95 m) und eine kleine Terrasse mit vereinzelten Schottern nördlich Saalhausen in etwa 385 m Höhe (75 m ü. L.). Zwischen Nieder-Fleckenberg und Schmallenberg tritt die Helmke-Terrasse noch einmal in Gestalt zweier ziemlich reichlich beschotterten Ackerflächen auf. Die eine ist ein südlich des Huckelberges längs der Höhenlinie 445 in ostwestlicher Richtung sich erstreckender Ackerstreifen von 100 m Länge (90 m ü. L.); die andere liegt unmittelbar nordöstlich des Titten-Berges (südlich des die Hochfläche überquerenden Hohlweges) in 435 m Höhe (80 m ü. L.). Auf-

fallend ist, daß sich unter den Schottern gar nicht selten Stücke aus einem ursprünglich schwarzen Schiefer finden, der aber unter dem Einflusse der Verwitterung eine schmutzig schwarzgraue Färbung angenommen hat. In dem Talhang, welcher der Schmallenberger Kirche in östlicher Richtung gegenüberliegt, tritt als letzter deutlicher Rest der unteren Helmke-Terrasse eine kräftige ebene Stufe in 450 m Höhe auf (78 m ü. L.).

Ein Vergleich der Höhenzahlen lehrt, daß sich der Abstand der Helmke-Terrassen von der Talaue flußaufwärts bis Altenhundem nicht ändert.

Im Zusammenhang mit der Helmke-Terrasse möchte ich kurz auf eine eigenartige Erscheinung des oberen Lenne-Laufs hinweisen; es sind dies talartige Uebergänge von der Lenne zu Nebentälern der Ruhr, die zum Teil für den Verkehr von Bedeutung sind. So liegt z. B. östlich Fredeburg zwischen dem Gleierbach und der Leisse, einem Zufluß der Wenne, eine Senke, die von der Eisenbahn Altenhundem—Meschede als bequemer Paß benutzt wird. Es liegt hier offenbar ein altes Tal vor, das in seinem höchsten Teil von 450 m Höhe von jüngerer Erosionstätigkeit völlig unberührt ist. Man könnte zunächst an einen alten Lenne-Lauf von Gleidorf über Fredeburg dem Leiße- und Wennetal folgend zur Ruhr denken, der dann zur Zeit der Helmke-Terrasse aus der Schmallenberger Gegend her von einem nach Altenhundem fließenden Gewässer angezapft worden ist. Aber selbst wenn man auf das Fehlen der Schotter keinen allzu großen Wert legen will, so erscheint mir die Senke als Lenne-Tal in den weichen Schiefern der Gegend doch zu schmal; auch sind die Höhenzahlen der Riedel östlich des Gleiertals, die bis Gleidorf ein Ansteigen von 450 auf etwa 465 zeigen müßten, dieser Auffassung nicht günstig. Ich neige vielmehr zu der Ansicht, daß der obere Gleierbach durch die genannte Senke zur Leiße geflossen ist und dann durch einen bei Gleidorf mündenden Nebenbach der Lenne angezapft worden ist. Immerhin ist diese Ansicht wegen des geringen Höhenunterschiedes der Erosionsbasen problematisch. (Lenne bei Gleidorf 390 m, Leiße bei Fredeburg 420 m). Eine ähnliche, nur etwas schmälere Talsenke zwischen Lenne und Wenne an der Straße von Schmallenberg nach Obringhausen in 431 m Höhe deutet vielleicht darauf hin, daß das Wennetal ursprünglich weiter nach Südosten reichte und daß sein oberster Abschnitt durch die Lenne bei der Verbreiterung ihres Tales nach Norden hin (Schiefstellung!) abgeschnitten und zerstört worden ist.

Die Sillberg-Terrasse.

In diesem Talboden glaubte ich zunächst eine Reihe von Terrassenresten zwischen 108 und 123 m Höhe über dem Flusse vereinigen zu können, um so mehr als auch Breddin an der Ruhr die Höhe der entsprechenden einheitlichen Homberg-Terrasse mit 110 bis 120 m angibt. Bei der genauen Einzeichnung in das beigegebene Profil ergaben sich aber so starke Unstimmigkeiten, daß ich sie unmöglich als normale Schwankungen der Talbodenhöhe ansehen konnte, und es zeigte sich dann auch, daß sich die Terrassen innerhalb der angegebenen Höhenlage zwanglos zu zwei durchlaufenden Talböden gruppieren; die eine steigt von 108 m im Schloßberg von Hohenlimburg allmählich auf 123 m am Sillberg bei Plettenberg und weiter auf 125 m an der Weilenscheidt bei Grevenbrück. Ich habe sie nach dem einzigen Schottervorkommen am Sillberg als Sillberg-Terrasse bezeichnet. Die höhere beginnt südlich Nachrodt mit 120 m ü. L. und erhebt sich bis Rönkhausen allmählich auf 133 m. Ich möchte sie nach der schönen Terrasse bei Bergfeld südlich Altena Bergfeld-Terrasse nennen. Schotter habe ich auf dieser bisher nicht gefunden.

Die sich nun erhebende Frage, welcher von diesen beiden Stufen die Homberg-Terrasse Breddins entspricht, möchte ich dahin beantworten, daß sie vielleicht beide in jener enthalten sind; denn der Talboden der Homberg-Terrasse scheint mir bei Wetter und Herdecke an der Ruhr auch nicht ganz einheitlich zu sein; so würde nach den Grundsätzen, die ich bei der Höhenbestimmung der Lenne-Terrassen beobachtet habe, die Terrasse nördlich Wetter am Rande des Blattes Hagen in 200 m Höhe 116 m über der Ruhr (im südlichsten Punkt des Mäanders), die Terrasse am Harkort-Turm in 205 m Höhe 117 m über der Talaue liegen. Von den Stellen bei Herdecke befindet sich die eine nordwestlich des Nordbahnhofs mit 200 m Höhe 108 m, die Sonnenstein-Terrasse mit 210 m Höhe 116 m über der Ruhr. Es wäre dennoch wohl möglich, daß hier zwei selbständige Stufen vorlägen, von denen die tiefere der Sillberg-, die höhere mit 116 m der Bergfeld-Terrasse entspräche. Wie dem aber auch sei, an der Lenne handelt sichs zweifellos um zwei selbständige Terrassen.

Die Sillberg-Terrasse tritt im allgemeinen recht kräftig im Gelände hervor und läßt sich recht weit flußaufwärts verfolgen. Da es sich hier wie bei allen höheren Stufen um

bloße Formen handelt, so habe ich, um einen besseren Ueberblick über die Höhenzahlen zu geben und ermüdende Aufzählungen im Text zu vermeiden, die einzelnen Vorkommen in Tabellen zusammengestellt. (Siehe Seite 112.)

Die Sillberg-Terrasse nördlich Böddinghausen (Bl. Plettenberg) ist, wie schon gesagt, die einzige Schotterterrasse dieser Stufe; aber auch hier ist der Befund recht spärlich: Ich grub aus dem Waldboden im ganzen 13 Schotter heraus, darunter 7 Quarze und 8 Grauwacken. Soweit aus der geringen Anzahl ein Schluß zulässig ist, scheint also gegenüber den jüngeren Terrassen eine Anreicherung an Quarzschottern stattgefunden zu haben. Die Terrasse liegt 325 m hoch, 123 m über dem Flusse. Oestlich vom Sillberge liegt nördlich der Höhe 342 eine breite, ackerbedeckte Verebnung in 330 m Höhe, die ich auch als ein altes Flußtal auffasse, obwohl ich trotz wiederholten Suchens keine Schotter gefunden habe. Die Höhe 342 wäre dann als Umlaufberg zu verstehen. Oestlich von dieser Fläche liegt am Osthang des Blemke-Tals direkt über der Senf-Mühle eine kleine Terrrasse dieses Seitentals ebenfalls in 330 m Höhe 123 m über dem Tal. Was die übrigen Terrassen anbetrifft, so kann ich auf die Tabelle verweisen und mich auf einige Erläuterungen beschränken: Die Felsnase nördlich des Papenberges kommt wegen ihrer geringen Länge (etwa 20 m) im Kartenbilde gar nicht zum Ausdruck. Da sie aber aus einem geschlossenen Hang in der Richtung des Schichtenstreichens ohne irgend welche erkennbare tektonische Ursache wagerecht in den Talraum vorstößt, ist an ihrer Terrassennatur nicht zu zweifeln. Sie liegt gerade westlich Pragpaul, wo der eingezeichnete Waldweg die scharfe Kehre macht. Sehr schön ist die Terrasse westlich von Weilenscheid. Etwas fraglich erscheint mir dagegen die Zugehörigkeit der kleinen Kuppe nördlich des Wimpel, südwestlich Meggen und des Bierzapfens südwestlich Altenhundem, weil ein relatives Absinken der Terrasse um 10 m auf der Strecke Grevenbrück—Altenhundem nicht recht erklärlich ist. Abgesehen davon ist die genannte Kuppe recht schmal, und der kleine Felsvorsprung des Bierzapfens könnte auch als Härtestufe aufgefaßt werden, die beim bloßen Abrutschen des Hanges herauspräpariert worden ist.

Abgesehen von der gut entwickelten Terrasse zwischen Lenne- und Uentrop-Tal (ö. Lenne) in 435 m Höhe ist noch von besonderem Interesse die Gegend von Schmallenberg. Hier liegen in der Höhe der Sillberg-Terrasse das Plateau des

Huckelberges (452 m, 96 m) und die breite, nach Westen schwach geneigte Oberfläche des Vorsprungs, der vom Wilzenberg sich bis nach Schmallenberg erstreckt. In dem Acker westlich von Punkt 489,7 habe ich wiederholt nach Schottern gesucht, aber nur 3 einwandfreie Stücke gefunden; der Punkt liegt in Höhe 485 m, 95 m über der Lenne (bei Gleidorf).

Ortsbezeichnung	Blatt	Ufer	Höhe über N. N.	Höhe des Flusses	relat. Höhe
Schloßberg Hohenlimburg	H.	l.	224	117	107
Felsnase nö. des Papenberges . .	„	l.	260	148	112
Terrasse s. Wilhelmstal	A.	l.	285	175	110
Terrasse bei Aschei ö. Werdohl .	„	l.	305	189	116
Flachkuppe 316 w. Elhausen . . .	„	l.	316	195	121
Schotterterrasse s. des Sillberges .	P.	r.	325	202	123
Verebnung n. Höhe 342 n. Eiringhausen	„	r.	330	205	125
Terrasse über der Senfmühle nö. Eiringhausen	„	r.	330	206	125
Zwei Terrassen s. des Hömberges w. Neubrücke	Ad.	l.	360	235	125
Terrasse w. der Weilenscheid ö. Grevenbrück	Ah.	r.	375	250	125
Flachkuppe s. Theten	„	l.	380	255	125
Terrasse n. d. Wimpel sw. Meggen	„	l.	381	264	117
Bierzapfen, Felsnase sw. Altenhundem	„	l.	387	272	115
Rücken n. Langenei	„	r.	400	290	110
Terrasse ö. Lenne	S.	l.	435	340	95
Plateau d. Huckelberges sw. Schmallenberg	„	l.	452	358	94
Plateau w. des Wilzenberges . .	„	l.	485 bis 470	390 bis 380	95
Senke bei Stellmecke ö. des Wilzenberges	G.	l.	500	410	90
Senke n. Almert sw. Oberkirchen .	„	l.	514	424	90
Terrasse ö. Westfeld	„	r.	556	499	57

Abkürzungen (für sämtliche Tabellen): H = Hohenlimburg, I = Iserlohn, L = Lüdenscheid, A = Altena, P = Plettenberg, Ad = Attendorn, Ah = Altenhundem, S = Schmallenberg, G = Girkhausen.

Oestlich des Wilzenberges erniedrigt sich das Gelände wieder stark und zeigt dieselben breiten flachen Formen wie westlich desselben auch zum Teil in derselben Höhe über dem Flusse; so liegt bei Stellmecke eine hochtalartige Senke zwischen Lenne und Grafschaft-Tal in 500 m Höhe (90 m ü. L.). Oestlich der Höhe 539,5 folgt eine zweite noch breitere Einsenkung in 512 m Höhe (90 m ü. L.), und schließlich eine dritte nordöstlich von Almert (514, 90 m). Es liegt

also die Vermutung nahe, daß der die Gegend weithin beherrschende Wilzenberg ein sehr alter Umlaufberg der Lenne ist, eine Möglichkeit, auf die mich Herr Dr. Spethmann freundlicherweise aufmerksam machte.

Als letzten Rest des Sillberg-Talbodens kann man vielleicht die Terrasse auffassen, die östlich von Westfeld (Bl. Girkhausen) gerade über dem Zusammenfluß der beiden Quellbäche der Lenne in 556 m Höhe liegt (57 m ü. L.).

Abb. 7. Terrassenlandschaft bei Nachrodt, Lenne aufwärts gesehen, im Hintergrunde der Wixberg bei Altena.

Die Bergfeld-Terrasse.

Dieser Talboden ist nur in einigen Terrassen erhalten, die aber recht klar im Gelände hervortreten. (Vergl. z. B. die

Ortsbezeichnung	Blatt	Ufer	Höhe über N. N.	Höhe des Flusses	relat. Höhe
Flachkuppe der Hardt s. Nachrodt	H.	l.	265	140	125
Terrasse nö. Bergfeld s. Altena	A.	l.	290	165	125
nö. Vorsprung der Nordhelle s. Werdohl	„	l.	313	187	126
Rücken n. Rönkhausen	P.	r.	355	224	131
Terrasse n. d. Wimpel sw. Meggen	Ah.	l.	395	262	133
Terrasse n. Meggen	„	r.	390	260	130
Terrasse nö. Lenne	S.	r.	445	339	106

Abb. 7. 9 und 12). Im übrigen verweise ich auf die vorstehende Tabelle und die Uebersichtskarte.

Die Eisenberg-Terrasse.

Diese Terrasse entspricht in ihrer Höhenlage von 130 bis 140 m im Unterlauf der Lenne der Mettmann-Terrasse B r e d d i n s, die an der mittleren Ruhr zwischen Wetter und Witten auch nur noch in Gestalt von schotterlosen Felsterrassen festzustellen ist. Ihren Namen habe ich gewählt nach dem Bergrücken westlich Lenhausen. (Siehe Profil in Abb. 14

Ortsbezeichnung	Blatt	Ufer	Höhe über N.N.	Höhe des Flusses	relat. Höhe
Flachkuppe des Steltenberges nö. Hohenlimburg	H.	r.	257	120	137
Rücken w. Stenglingsen	„	l.	260	130	130
Felsnase w. d. Rahmede-Mdg. . .	A.	l.	290	158	132
Terrasse w. Ütterlingsen	„	l.	320	180	140
Terrasse n. Risenrodt nö. Werdohl	„	r.	321	190	131
Terrasse sö. Wintersohl	„	l.	325	190	135
Terrasse s. Aschei sö. Wintersohl .	„	l.	326	192	134
Terrasse w. des Stübel n. Ohle . .	P.	r.	340	198	142
Eisenberg w. Lenhausen	„	l.	375	225	150
Terrasse sw. der Hohen Haardt .	„	r.	370	225	145
Terrasse sw. Frielentrop	Ad.	l.	380	228	152
Terrasse w. der Weilenscheid ö. Grevenbrück	Ah.	r.	395	250	145
2 Terrassen n. Meggen	„	r.	410	261	149
Terrasse nw. der Kuhhelle ö. Meggen	„	r.	410	261	149
ö. Terrasse des Wimpel w. Altenhundem	„	l.	420	275	145
s. Terrasse der Kuhhelle w. Kickenbach	„	r.	420	280	140
Terrasse ö. Lenne	S.	l.	460	340	120

Seite 121). Etwaige Zweifel an der Terrassen-Natur dieses etwa 500 m langen Rückens wegen beträchtlichen Auseinanderweichens der ihn begleitenden ziemlich steil ansteigenden Bachläufe werden durch genauere Betrachtung des Kartenbildes zerstreut: Denn der Eisenberg ist zwischen den beiden Aesten der 260 m Höhenlinie überall 100 bis 120 m breit und erhebt sich über dieser, abgesehen von der kleinen 380 m hohen aufgesetzten Kuppe, nur 10 bis 15 m, ist also sehr flach gewölbt und deshalb der Rest einer alten Verebnung; auf dieser alten Talebene war die Höhe 380 vielleicht ein schon stark abgetragener Umlaufberg. Gerade gegenüber dem Eisenberg springt östlich von Lenhausen eine breite flache

Stufe der Hohen Haardt in derselben Höhe von 370 m in den Talraum vor. Zwei ausgezeichnete Terrassen dieser Stufe finden wir in der schon mehrfach genannten prächtigen Terrassenlandschaft südöstlich Werdohl. Die eine ist eine breite fast tischebene Felsterrasse im Walde südlich Erlhagen (Abb. 8), die andere etwas kleinere liegt ½ km nordöstlich von jener südlich Aschei. Da gerade nördlich von der ersteren auch auf dem rechten Ufer der Lenne (nördlich Riesenrodt) eine Terrassenfläche in 321 m Höhe liegt, so würde sich eine Breite des Talbodens an dieser Stelle von etwa 2 km ergeben. An der kleinen Bergnase w. der Rahmede-Mdg. bei Altena erfolgt die Abstufung des Hanges auch wieder genau in der Streichungsrichtung der Schichten. Sehr schöne und klare Reste dieses Talbodens sind ferner die 3. Stufe der markanten Taltreppe an der Weilenscheid und die etwas geneigte aber ausgedehnte Fläche südöstlich des Wimpel (Abb. 11). Von den 3 schwach geneigten Bergvorsprüngen in etwa 400 m Höhe (139 m ü. L.), die einen Hochtalkessel bei Meggen veranschaulichen, ist der dritte am Nordwestabhang der Kuhhelle in Abb. 4 Seite 99 recht gut zu erkennen.

Ein Vergleich der Höhenzahlen lehrt, daß die Eisenberg-Terrasse ebenso wie die beiden nächstjüngeren ein deutliches Ansteigen gegenüber dem Talboden flußaufwärts bis Altenhundem zeigt.

Die Hochtalböden.

Mit der Eisenberg-Terrasse hat die Terrassenbildung an der Lenne keineswegs ein Ende erreicht, sondern es lassen sich über jenem Niveau noch verschiedene Stufen deutlich erkennen und auf größere Strecken verfolgen. Da nach Breddin die höchste der diluvialen Terrassen, die Mettmann-Terrasse nur wenig in die vermutlich jung-pliozäne Fastebene des Bergischen Landes eingeschnitten ist und da über ihr an der Ruhr kein weiterer Talboden festzustellen ist, so ist vielleicht auch die Eisenberg-Terrasse an der Lenne als älteste diluviale Bildung dieser Art anzusehen, und die nächsten Talböden gehören vermutlich schon der Pliozän-Zeit an. Aber irgend ein prinzipieller Unterschied zwischen diesen und den ältesten diluvialen Terrassen besteht nicht, weder in der Art noch in der Größe der senkrechten Abstände von der nächstjüngeren Stufe. Im Verlaufe meiner Untersuchungen hatte ich zunächst zwei Terrassen verfolgt, die im Landschaftsbild recht kräftig hervortreten, die Lim-

merig-Stufe, die von 163 m über der Talaue von Hohenlimburg allmählich auf 180 m bis 190 m im Oberlaufe ansteigt und die Scherl-Stufe, die ich von Hohenlimburg (210 m) bis Rönkhausen (230 m) verfolgen konnte. Es stellte sich aber

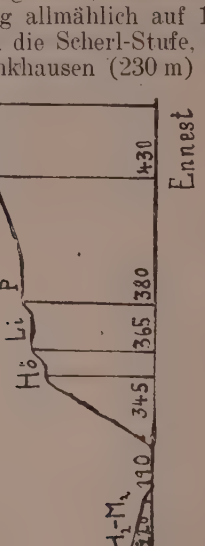


Abb. 8. Profil V. Längenmaßstab 1 : 25 000. Höhenmaßstab 1 : 10 000.

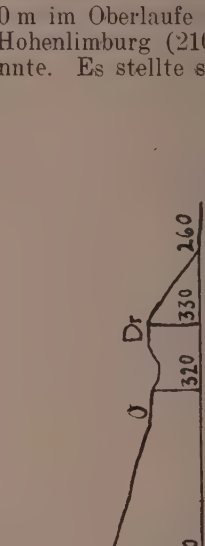


Abb. 9. Profil VII. Längenmaßstab 1 : 25 000. Höhenmaßstab 1 : 10 000.

bald heraus, daß mit diesen beiden die Zahl der Hochtalböden keineswegs erschöpft war. So liegt zwischen Eisenberg- und Limmerig-Terrasse noch ein Talboden, die Hömberg-Terrasse; ferner findet sich zwischen Limmerig- und Scherl-Stufe der Höhenlage nach eine Reihe charakteristischer Punkte,

die sich ebenfalls zwanglos zu einer Terrasse gruppieren lassen, zur Papenberg-Terrasse. Aber auch über dem Niveau der Scherl-Terrasse liegen noch verschiedene ebene Bergvorsprünge, von denen die tiefstgelegenen zwei deutlich ausgeprägte Talböden, die Brandenberg- und Ringelberg-Stufe bilden, während bei den höheren der Zusammenhang wegen großer Zwischenräume unsicher wird.

Die Hömberg-Terrasse.

Den Namen dieser Stufe habe ich gewählt nach der Flachkuppe des Hömberges nordwestlich der Bigge-Mündung, dessen Gipfel durch ein etwa 120 m breites und 250 m langes Hochplateau gebildet wird. Von ähnlicher Art, nur kleiner

Ortsbezeichnung	Blatt	Ufer	Höhe über N. N.	Höhe des Flusses	relat. Höhe
Terrasse bei Piepenbring w. Hohenlimburg	H.	l.	266	115	151
Roter Stein s. d. Nahmer Mdg.	„	l.	268	118	150
Terrasse ö. Altena-Linscheid	I.	r.	295	153	142
Endert ssö. Altena	A.	r.	320	165	155
Terrasse am Nordhang des Riesenberges s. Ütterlingsen	„	l.	330	180	150
Terrasse bei Herbscheid nö. Werdohl	„	r.	345	190	155
Bergnase sw. d. Ennest	„	r.	345	193	152
Rücken 359,4 n. Ohle	„	r.	359	195	164
Flachkuppe d. Hömberges nw. d. Bigge-Mdg.	Ad.	l.	406	235	171
Flachkuppe des Strumberges n. Maumke	Ah.	r.	431	260	171
Terrasse n. des Wimpel sw. Meggen	„	l.	440	267	173
Terrasse s. der Kahle sö. Meggen	„	r.	445	267	178
Rücken n. Saalhausen	„	r.	460	310	150
Terrasse am Osthang des Berenberges bei Fleckenberg	S.	r.	485	358	127

ist auch das Vorkommen am Strumberg. Ganz eigenartig ist ferner die rundliche, etwa 75 m breite Plattform am Ostabhang des Berenberges w. von Schmallenberg. Im übrigen kann ich auf die Tabelle verweisen. Ein Vergleich der Höhenzahlen zeigt ein allmähliches Anwachsen derselben von Hohenlimburg (151 m) bis Altenhundem (178 m). Zur Darstellung kommt dieser Talboden in den Profilen Abb. 8, 9 u. 13.

Auch im Niveau der Hömberg-Terrasse finden wir bei Schmallenberg eine Stelle, wo man ein Abweichen der Lenne aus ihrer heutigen Richtung nach Nordwesten vermuten könnte. (Vergl. Seite 109.) Es ist die über ½ km breite,

völlig flache Senke zwischen Beren- und Wormbacher Berg in 485 m Höhe, also gerade so hoch wie die zuletzt genannte benachbarte Terrasse. Schotter habe ich auch hier nicht gefunden; aber es wäre trotzdem denkbar, daß sich der Fluß in der weichen Schieferzone nördlich des Beeren-Berges in der Richtung Werpe, Felbecke, Nieder-Berndorf zur Ruhr hingewandt hätte. Hinweise im Gelände in dieser Richtung sind jedoch, vielleicht abgesehen von der Höhe 470,2 östlich Felbecke, nicht zu erkennen.

Die Limmerig-Terrasse.

Viel kräftiger und klarer als die Hömberg-Terrasse tritt die Limmerig-Stufe im Landschaftsbilde hervor, besonders auch an der Stelle, nach der ich ihre Bezeichnung gewählt habe. Bei dem Orte Einsal unterhalb Altena durchquert die Lenne den Spezialsattel des Heisterberges, der im Kern aus Hobräcker Schiefern und auf beiden Flanken aus den nächst jüngeren Mühlenberg-Sandsteinen besteht. Während nun aber der östliche Talhang vom Flusse aus steil und geschlossen bis zu Höhen von über 400 m ansteigt, finden wir auf der Westseite in denselben Schichten zunächst die deutlichen Reste einer 310 bis 320 m hohen, durch zwei Bäche zertalten, etwa 2 km breiten kesselartigen Verebnung, deren Niveau durch den östlichen Teil des Heisterberges, den Limmerig und eine Kante zwischen Krainberg und Hallenscheidt bezeichnet wird. Erst westlich von dieser „Hochfläche" steigt das Gelände dann im Schichtenstreichen steil und geschlossen zu dem über 400 m hohen Plateau von Wiblingwerde an. Daß die wagerechten Riedel nicht durch die zertalenden Bäche geschaffen worden, sondern Reste einer vorher zusammenhängenden ebenen Fläche sind, zeigt Abb. 2 Seite 81 sehr deutlich. Dieser Hochtalkessel, der sich sowohl von Eilerde wie auch vom Wixberg aus recht plastisch darstellt, liegt etwa 165 m über dem Talboden.

In dieser Höhenlage finden wir nun eine ganze Reihe von terrassenartigen Bildungen, Riedeln mit wagerechter Oberkante oder auch Flachkuppen und Talsenken, die in nachstehender Tabelle zusammengestellt sind. Die Höhenzahlen sind zunächst nicht ganz einheitlich, was besonders im Oberlauf stärker zum Ausdruck kommt. Es scheint fast, als ob es sich um zwei verschiedene Stufen handelt, von denen die untere von etwa 164 m bei Hohenlimburg auf etwa 181 m bei Altenhundem, die höhere von etwa 171 m bis etwa 195 m

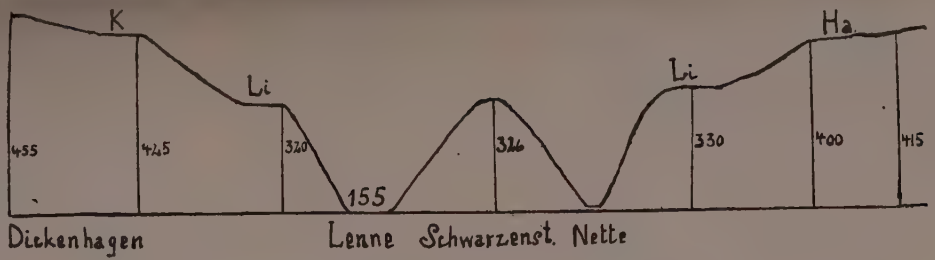


Abb. 10. Profil III. Längenmaßstab 1 : 25 000. Höhenmaßstab 1 : 10 000.

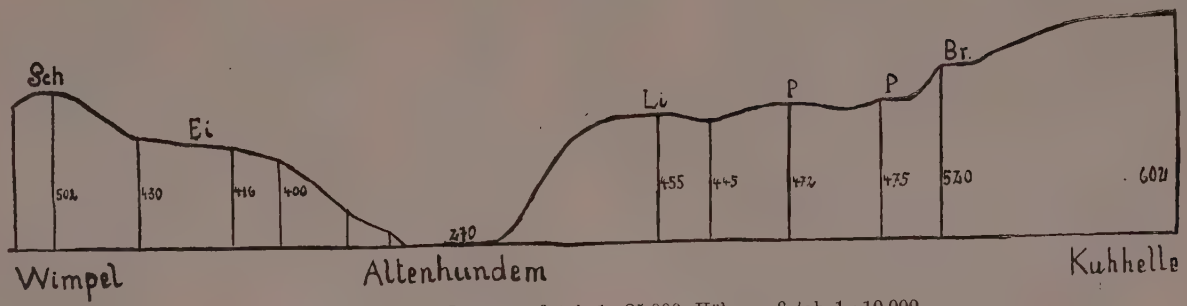


Abb. 11. Profil VIII. Längenmaßstab 1 : 25 000. Höhenmaßstab 1 : 10 000.

auf derselben Strecke ansteigt. (Die Reste der höheren Terrasse sind in der Tabelle mit einem Kreuz bezeichnet).

Besonders bezeichnend sind neben dem Limmerig die beiden Bergnasen, die nw. Nachrodt in der Streichungsrichtung der Schichten aus dem rechten Talgehänge hervorragen, ferner die 4 Terrassen bei Altena, von denen 2 der niederen, die anderen beiden der höheren Stufe anzugehören scheinen; (vergl. Profil Abb. 10). Aus der Abb. 10 gewinnt man den Eindruck, daß der Schwarzenstein aus dem breiten Limmerig-Talboden durch die Tätigkeit der Lenne und Nette herauspräpariert worden ist; doch ist das bei der spitzen Form des Gipfels immerhin fraglich. Die Terrasse w. von Schwarzenstein sowie die kräftige Terrasse nö. Dresel und der lange Rücken ö. Wilhelmstal sind wieder schöne Beispiele für eine Abstufung des Gehänges in der Richtung des Schichtenstreichens ohne erkennbare tektonische Ursache. Ueber die weiteren Terrassen vergl. auch Abb. 11 und 13. Als letzten charakteristischen Vertreter dieses Talbodens möchte

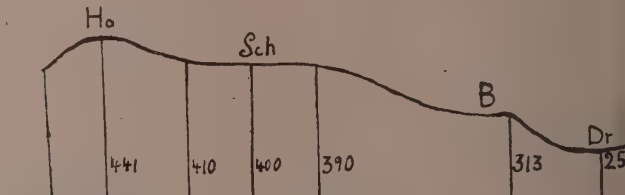


Abb. 12. Profil IV. Länge

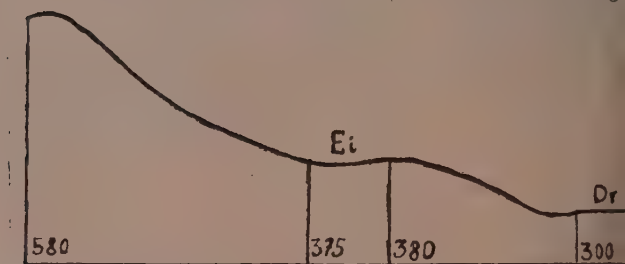
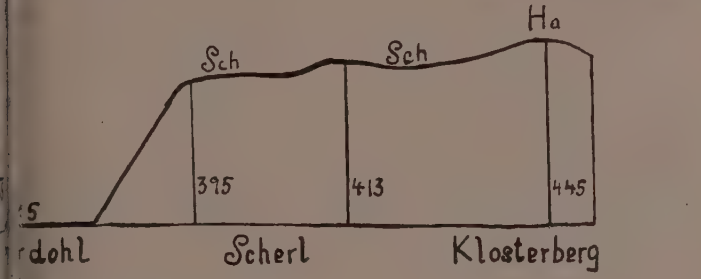


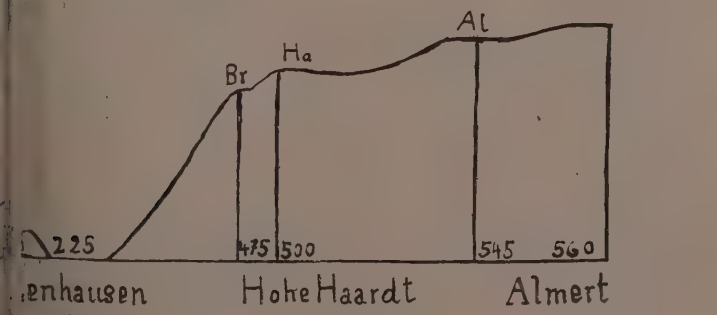
Abb. 14. Profil VI. Länge

ich auf den ganz eigenartigen Rücken s. des Berenberges bei Nieder-Fleckenberg in 160 m Höhe über dem Tal hinweisen. Ob aber der Rennacken zwischen Langenei und Saalhausen (465, 165) trotz zahlenmäßiger Uebereinstimmung hierher gehört, bleibt bei den steilen Formen desselben fraglich.

Wenn wir den Verlauf der Limmerig-Terrasse noch einmal überblicken, so fällt auf, daß sie ebenso wie in der Attendorner Mulde auch bei Letmathe in ein weites Gebiet ausläuft, dessen Höhenzahlen abgesehen vom Südrande beträchtlich unter ihrem Niveau bleiben; die höchsten Erhebungen im Massenkalk, der Steltenberg, der Burgberg, der Sonderhorst liegen zwischen 240 und 260 m. Erst etwa 2 km weiter nördlich treten in der Humpfert, der Voßkuhle, dem Reitenberg Höhen auf, die das Limmerig-Niveau um ein Geringes überragen. In diesem Gebiet ist also eine starke Erniedrigung und Zertalung eingetreten, die in erster Linie wohl auf die Lenne zurückzuführen ist. Aber das ganze Kalkgebiet, das den Nord- und Ostrand des Altenaer Sattels begleitet, zeigt



Höhenmaßstab 1 : 10 000.



Höhenmaßstab 1 : 10 000.

auch außerhalb des Wirkungsbereiches der Lenne diese geringen Höhenzahlen, die von 240—260 m bei Letmathe auf 260 bis 270 m bei Iserlohn und auf etwa 300 m in der Gegend von Sundwig und Deilinghofen ansteigen. Wie schon S p e t h m a n n betont hat (die Entstehung der Oberflächenformen

Ortsbezeichnung	Blatt	Ufer	Höhe über N.N.	Höhe des Flusses	relat. Höhe
Terrasse s. d. Egge sw. Hohenlimburg . . . . . †	H.	l.	287	116	171
n. Vorsprung des Schleipenberges s. Hohenlimburg	„	l.	281	117	164
n. Vorsprung des Striepenberges sö. Hohenlimburg	„	l.	280	119	161
Senke bei Honsel s. Letmathe . .	„	l.	285	121	164
Zwei Vorsprünge sö. der Höhe 357 nw. Nachrodt	„	r	300	138	162
Rücken des Limmerig sw. Einsal .	„	l.	315	148	167
nö. Vorsprung des Heisterberges s. Einsal	„	l.	320	150	170
Vorsprung ö. Linscheid nö. Bhf. Altena	I.	r.	320	153	167
Vorsprung nö. der Nette-Mdg. . . †	„	r.	330	155	175
Vorsprung n. Nette Altena . . . †	A.	r.	330	158	172
Vorsprung w. Schwarzenst.-Altena	„	l.	325	158	167
Vorsprung nö. Dresel	„	r.	345	175	170
Rücken sw. Dresel	„	l.	340	175	165
Rücken ö. Wilhelmstal . . . . . †	„	r.	350	177	173
Rücken nw. Ütterlingsen . . . . †	„	l.	355	180	175
Flachkuppe 366 nö. Werdohl . . †	„	r.	366	188	178
Rücken sö. Versevörde . . . . . †	„	l.	370	190	180
Zwei Vorsprünge am Südwesthang d. Ennest	„	r.	365	190	175
Vorsprung 370,4 sw. Bauckloh . .	„	l	370	193	177
Vorsprung sw. Ohle	„	l.	375	198	177
Vorsprung 386,8 nw. Plettenberg . †	P.	l.	386	204	182
Vorsprung 437,7 nw. Neubrücke . †	Ad.	l.	430	233	197
Vorsprung Rauscheid w. Neubrücke †	„	l.	430	235	195
Stockhagen w. Neubrücke . . . †	„	l.	435	238	197
Weilenscheid ö. Grevenbrück . . †	Ah.	r.	445	250	195
Flachkuppe nö. Altenhundem . .	„	r.	455	273	182
Vorsprung des Berenberges n. Fleckenberg	S.	r.	510	350	160

des Ruhrreviers) ist nicht ausgeschlossen, daß die heutige große Massenkalksenke in einzelnen größeren Abschnitten ein durchlaufender Talzug war, dessen Flußlauf sich mit der Lenne in der Gegend von Letmathe vereinigte und viel leicht auch weiter nach Westen hin noch dem Streichen der Kalkschichten folgte. Dieser Fluß könnte bis herab zur Zei

der Eisenberg-, vielleicht auch der Sillberg-Terrasse bestanden haben und dann vielleicht bei einer kräftigen Schiefstellung des Gebirges an verschiedenen Stellen von Norden her angezapft worden sein.

Die Papenberg-Terrasse.

Diese Stufe tritt im Unterschied zur vorigen nur in einzelnen aber recht deutlichen Resten auf. Ich habe sie benannt nach dem Papenberg, einem bedeutenden terrassenartigen Vorsprung des Brelow n. Brachtenbeck (Bl. Hohenlimburg). Die Höhenzahlen sind einheitlich und steigen auf der Strecke Hohenlimburg—Altenhundem im allgemeinen stetig von etwa 187 m auf 205 m an.

Besonders hinweisen möchte ich zunächst auf die Verhältnisse bei der Höhe 357 ö. Nachrodt. Diese besitzt nach Norden eine Terrasse in 322 m und nach Osten eine talartige flache Senke in 320 m Höhe, die keine Anzeichen jüngerer Erosion erkennen läßt. Danach hätte also die Lenne jene Höhe zur Zeit der Papenberg-Terrasse in einem nach Osten gerichteten Bogen umflossen.

Wegen der Terrassen am Ennest, am Wimpel und an der Kuhhelle verweise ich auf die Profile Abb. 8, 9, 11.

Von besonderem Interesse ist eine breite talartige Senke, die bei Werdohl in nordöstlicher Richtung aus dem Lenne-Tal hinausführt. Es handelt sich um jene breite, aus den Schichten des obersten Mitteldevons und unteren Oberdevons gebildete Niederung, die von Werdohl ab den Süd-, Ost- und

Ortsbezeichnung	Blatt	Ufer	Höhe über N. N.	Höhe des Flusses	relat. Höhe
Rücken des Piepenbrink w. Hohenlimburg	H.	l.	302	115	187
Terrasse n. des Schleipenberges s. Hohenlimburg	„	l.	305	117	188
Terrasse n. des Brandenberges s. Letmathe	„	l.	315	124	191
Terrasse n. Höhe 357 nö. Nachrodt	„	r.	322	132	190
Senke ö. Höhe 357	„	r.	320	136	184
Rücken w. Nachrodt	„	l.	320	135	185
Papenberg wnw. Altena	„	l.	345	150	195
Terrasse sw. des Ennest	„	r.	385	190	195
Terrasse bei Winterhof sw. Ohle	„	l.	400	198	202
Terrasse nö. der Lechtenhardt	P.	l.	400	200	200
Terrasse sw. der Kuhhelle	Ah.	r.	470	265	205
Terrasse s. der Kuhhelle	„	r.	475	275	200

Nordrand des Altenaer Sattels begleitet und in dessen zunächst nordöstlich und dann nördlich gerichteten Abschnitt die Hönne ihr heutiges Tal eingeschnitten hat. Sowohl nördlich wie östlich des Klosterberges führt eine breite Verbindung in der Höhe von 370 bis 375 m vom Lenne-Tal in diese Senke hinein, und zwar quert die östlich gelegene dieselben Sandsteinbänke, welche westlich und östlich dieses Passes den Klosterberg und die Höhe 402 bilden. Jüngere Talbildung ist nicht bis zur Höhe der beiden Talwasserscheiden vorgedrungen. Daß die Lenne in jener Zeit dieser Niederung nach Nordosten gefolgt ist, halte ich wegen der reichen Ausbildung der Hochterrassen zwischen Werdohl und Letmathe für ganz unwahrscheinlich. Dagegen neigte ich ursprünglich zu der Ansicht, daß hier ein altes Lennetal vorläge, das den Klosterberg (als Umlaufberg) in einem nordöstlich gerichteten Bogen umfaßt hatte. Nach einer nochmaligen Ueberprüfung der Sachlage kann ich diese Ansicht nicht mehr aufrecht erhalten; denn 1. wäre die Flußschleife für die Lenne doch zu gewaltig; 2. hätte jener Mäander, da der Gipfel des Klosterberges wahrscheinlich zum Niveau der Haardt-Terrasse gehört, schon in jener Zeit als freier Mäander angelegt worden sein und dann bis zur Zeit der Papenberg-Terrasse bestanden haben müssen; das würde sich aber mit dem Vorhandensein der Scherl-Terrasse sw. u. nö. der Höhe 413 bei Remmelshagen nicht vereinbaren lassen. Diese Auffassung würde auch das Fehlen jeder trennenden Barre zwischen diesem Hochtal der Lenne und dem Hönnetal nicht erklären. Ich glaube vielmehr, daß es sich hier um einen Vorstoß der kräftig erodierenden Lenne gegen das früher weiter nach Westen und Süden reichende Hönnetal-System handelt, durch welchen kleine Teile des letzteren abgeschnitten und der Lenne tributpflichtig wurden. So wäre es z. B. sehr gut denkbar, daß bei einer erneuten Hebung der Bach westlich des Scherl durch rückschreitende Erosion den Oberlauf der Hönne selbst etwa nördlich von Altendorf anzapfen würde.

Die Scherl-Terrase.

Von sämtlichen Hochtalböden tritt die Scherl-Terrasse in der Landschaft am kräftigsten hervor und läßt sich auf der Flußstrecke von Hohenlimburg bis Altenhundem in einer durchgehenden Reihe von ebenen Gehängestufen verfolgen. Bei Letmathe streicht diese Terrasse aus, da nördlich der Linie Letmathe—Hohenlimburg sämtliche Höhen beträcht-

lich unter ihrem Niveau bleiben. Längs der genannten Linie ist aber der südliche Rand des Hochtals in vier deutlichen Resten erhalten; es sind dies die in der Tabelle zuerst genannten Oertlichkeiten. Bei Nachrodt ist Höhe 357 mit ihrer fast ebenen Plattform durch einen freien Mäander dieses Talbodens bei fortschreitender Erosion aus diesem heraus-

Ortsbezeichnung	Blatt	Ufer	Höhe über N.N.	Höhe des Flusses	relat. Höhe
n. Vorsprung „Der Ort" sö. Hohenlimburg	H.	l.	330	120	210
Striepenberg sö. Hohenlimburg	„	l.	335	122	213
Ochsenkopf	„	l.	340	124	216
n. Vorsprung des Brandenberges	„	l.	335	125	210
Flachkuppe 357 nö. Nachrodt	„	r.	357	139	218
Rücken sw. Nachrodt	„	l.	355	139	216
Vorsprung bei Nordhelle s. Nachrodt	„	l.	360	145	215
Vorsprung bei Sassenscheid wnw. Altena	„	l.	366	150	216
Felsnase bei Wixberg n. Altena	I.	r.	365	152	213
Vorsprung ö. Linscheid-Altena	„	r.	365	155	210
Flachkuppe sö. Altena	A.	r.	380	165	215
Rücken des Biesenberges	„	r.	380	172	208
Nase n. Rudolphskamp n. Werdohl	„	r.	390	180	210
Scherl n. Werdohl	„	r.	395	185	210
nö. Vorsprung des Riesenberges	„	l.	395	185	210
Flachkuppe sö. des Ennest	„	r.	410	195	215
Vorsprung des Reckenberges	„	r.	410	196	214
Zwei Vorsprünge d. Schellhagen w. Plettenberg	P.	l.	425	204	221
Zwei Vorsprünge des Ruthenberges nw. Rönkhausen	„	r.	445	222	223
w. Vorsprung der Almert ö. Rönkhausen	„	r.	450 etwa	226	224
Flachkuppe d. Weilenscheid ö. Grevenbrück	Ah.	r.	481	250	231
w. Vorsprung d. Hardt n. Meggen	„	r.	490	261	229
Flachkuppe d. Wimpel w. Altenhundem	„	l.	500	270	230

gearbeitet worden. Es folgen dann die beiden den Limmerig-Talkessel im Norden und Süden abschließenden ebenen Vorsprünge bei dem Gehöft Nordhelle in 360 m und bei Sassenscheid in 366 m Höhe (215 m). Ganz ausgezeichnete Beispiele sind ferner die beiden Gehängestufen nördlich und nordöstlich Bahnhof Altena, die eine in dem wilden und malerischen Grat, der von dem Dorfe Wixberg schroff zum Lin-

scheider Bach hinunterführt (360—370 m), die andere noch schönere in der Hegenscheider „Taltreppe“ (365 m, 210 m).

Bei der Höhe 380 westlich Elverlingsen (215 m) ist wegen der steilen Gehängeformen die Zugehörigkeit fraglich, und ebenso könnte man bei dem östlich davon liegenden Biesenberge (386, 214) wegen der schmalen Form Zweifel hegen, ob die horizontale Oberkante nicht durch das starke Auseinanderweichen der zertalenden Bäche bedingt sei. Der Blick von dem zwar schmalen aber flach gewölbten Rücken des Berges spricht jedoch stark dafür, daß man es hier mit einer alten Talerweiterung aus der Zeit der Scherl-Terrasse zu tun hat.

Zwei völlig einwandfreie Zeugen sind dagegen der breite mächtige Rücken des Scherl bei Werdohl und gegenüber der höhere Teil der Nordhelle, beide in 395 bis 400 m Höhe (vergl. Abb. 12). Auf beiden Rücken vollzieht sich die Stufenbil-

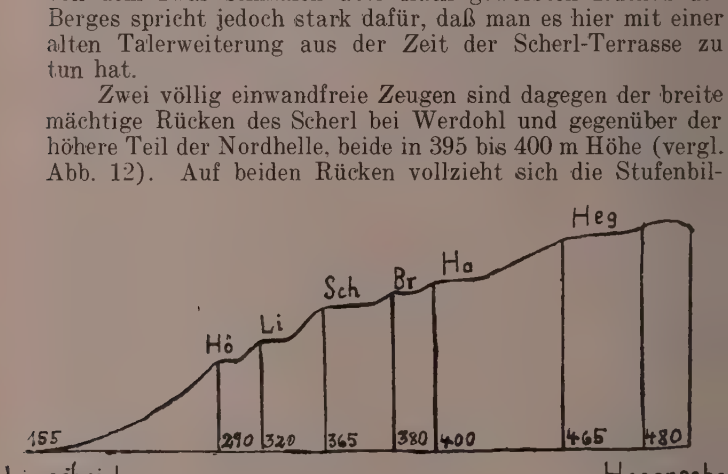


Abb. 13. Profil II. Längenmaßstab 1 : 25 000. Höhenmaßstab 1 : 10 000. Taltreppe von Hegenscheid.

dung unabhängig von irgendwelchen tektonischen Ursachen. In der Streichungsrichtung (onö.) der Sandsteinbänke des Scherl erfolgt zunächst ein Anstieg auf 413, dann ein Sinken auf 400 m bei Remmelshagen, anschließend eine Erhebung auf 448 m und eine Senkung auf 375 m (siehe Seite 124); daß die Erniedrigung bei Remmelshagen nicht auf Verschmälerung des Rückens zurückzuführen ist, zeigt seine durchaus ebene Beschaffenheit an dieser Stelle. Die Höhe 413 wäre also als Umlaufberg aufzufassen. Sehr schöne Beispiele sind auf Blatt Plettenberg die beiden Vorsprünge des Schellhagen w. Plettenberg und vor allen Dingen die beiden sw. gerichteten prächtigen Terrassen des Ruthenberges nw. Rönkhausen (siehe Abb. 19). Ein dritter nach Südosten gerichteter Vor-

sprung hat eine Höhe von 450 m und trägt am Ende noch eine Kuppe, die bis 462 m ansteigt, so daß seine Zugehörigkeit zu diesem Niveau fraglich ist. Ein recht auffälliger Vertreter dieses Talbodens ist die weithin sichtbare Felsstufe am Westabhang der Almert unmittelbar über Rönkhausen in etwa 450 m Höhe.

Jenseits des Kalkgebiets der Attendorner Mulde sind höchst wahrscheinlich noch die Flachkuppen der Weilenscheid und des Wimpel und ferner der westliche Vorsprung der Hardt n. Meggen zu dieser Stufe zu rechnen. Oberhalb Altenhundem habe ich dagegen keine Reste des Scherl-Talbodens mehr nachweisen können.

Die Brandenberg-Terrasse.

Auf diese Terrasse wurde ich zuerst aufmerksam in dem ausgedehnten Bergmassiv des Heiligenstuhl sw. Rönkhausen (Bl. Plettenberg), das in etwa 470 m Höhe nicht weniger als 5 ebene terrassenartige Vorsprünge besitzt, von denen allerdings 2, der Rabenkopf und eine südöstlich davon liegende Terrasse zum Seitental der Grüne gerichtet sind. Dies letztere könnte natürlich bedeuten, daß sie einem anderen Niveau angehören, könnte aber auch die Vermutung nahelegen, daß die Einmündung des Grünetals in das Lennetal zu dieser Zeit in der Gegend von Schwarzenberg gelegen hat.

Ortsbezeichnung	Blatt	Ufer	Höhe über N. N.	Höhe des Flusses	relat. Höhe
Schleipenberg s. Hohenlimburg .	H.	l.	340	117	223
nö. Vorsprung des Brandenberges	„	l.	360	130	230
Felsnase s. Wixberg n. Altena . .	I.	r.	380	152	228
Vorsprung nö. Bhf. Altena . . .	„	r.	380	154	226
nw. Vorsprung der Höhe 450,2 w. Nettenscheid	A.	r.	390	160	230
zwei breite Rücken s. Bergfeld .	„	l.	400	168	232
zwei breite Rücken s. Rösiepen .	„	l.	400	170	230
Vorsprung des Klosterberges nach Westen	„	r.	410	185	225
sw. Vorsprung des Mattenhagen .	P.	r.	462	216	246
nö. Vorsprung des Heiligenstuhls sw. Rönkhausen	„	l.	474	224	250
nw. Vorsprung des Heiligenstuhls s. Pasel	„	l.	470	220	250
w. Vorsprung der Hoh. Haardt ö. Lenhausen	„	r.	475	225	250
s. Ausläufer der Kuhhelle nö. Altenhundem	Ah.	r.	520	275	245

Die Terrassenreste sind fast durchweg recht bedeuten so besonders der nö. Vorsprung des Brandenberges s. L mathe, die etwa 50 m lange ebene Felsstufe südlich des Dor Wixberg, die großen Flächen bei Bergfeld und Rösiepen u der gegen Rönkhausen gerichtete Vorsprung des Heilige stuhl in 474 m Höhe. Ob die nach Westen gerichtete T rasse des Klosterberges in 410 m Höhe in dieses Niveau hört, ist fraglich. Man sollte hier bei dem Ansteigen d Terrasse im Verhältnis zum heutigen Talboden eine bede tendere Höhe erwarten. Vielleicht gehört sie zur Sche Terrasse des Seitentals.

Zur Darstellung der Brandenberg-Terrasse vergl. au Abb. 11, 13, 14.

Die Ringelberg-Terrasse.

Diese Terrasse zeigt ebenso wie die Scherl-Terrasse rec einheitliche und gleichmäßig anwachsende Höhenzahl (vergl. d. Tabelle). Ihre Formen treten im Gelände durc weg recht klar und kräftig hervor. Da sie gegenüber d heutigen Talboden weniger stark ansteigt wie die Brande berg-Terrasse, so nähert sie sich dieser im Oberlauf bis a etwa 10 m und ist nicht immer leicht von dieser zu trenn Doch finden wir gerade am Heiligenstuhl nicht weit von e ander zwei einwandfreie Reste beider Talstufen, den sch erwähnten Vorsprung sw. Rönkhausen in 470 m und ein 375 m langen, vollständig wagerechten Rücken nw. Bär berg in 480 m Höhe. (Vergl. auch Abb. 8.)

Mit der Ringelberg-Terrasse sind aber deutliche Ker zeichen für die Terrassen-Bildung nach oben hin keineswe abgeschlossen. Nur tritt für die Verfolgung der höher

Ortsbezeichnung	Blatt	Ufer	Höhe über N. N.	Höhe des Flusses	rel Hö
Tiergarten w. Altena	L.	l.	395	155	24
Terrasse bei Dickenhagen w. der Rahmede-Mdg.	A.	l.	400	160	24
Terrasse sw. der Höhe 450,2 sw. Nettenscheid	„	r.	400	162	23
Flachkuppe des Ennest ö. Werdohl	„	r.	434	193	24
Flachkuppe des Schellhagen w. Plettenberg	P.	l.	452	202	25
Terrasse d. Ringelberges nö. Eiringhausen	„	r.	464	212	25
nw. Vorsprung d. Heiligenstuhl .	„	l.	480	220	26
Terrasse n. d. Almert (Seitental) .	„	r.	490	226	26

Stufen zu der Lücke der Attendorner Mulde auch die der Lüdenscheider Mulde als erschwerendes Moment hinzu, so daß wir es nun mit drei Gebieten zu tun haben, der Gegend des Altenaer-, des Ebbe- und des Rothaar-Sattels, die durch weite Zwischenräume getrennt sind. Doch sind die Verhältnisse an den beiden erstgenannten Stellen so auffallend entsprechend, daß sie zu einer Verbindung der einzelnen Stufen über den Zwischenraum hinweg geradezu herausfordern. Am schönsten sind auch diese höchsten Talböden wieder in dem einzigartigen Hochterrassengebiet des Heiligenstuhls und der Almert erhalten.

Die Haardt-Terrasse.

Diesen Talboden habe ich benannt nach dem plateauartigen Vorsprung der Almert bei Lenhausen in 500 m Höhe, der dort mit seinen steilen Hängen das Tal beherrscht. Schräg gegenüber liegt auf der Ostseite des Heiligenstuhls (nordöstlich vom Gipfel) eine prächtige Terrasse in derselben Höhe und ebenso dürfte der lange flachgewölbte vom Mattenhagen aus nach Südwesten vorstoßende Rücken in 490 m Höhe hierher gehören.

Im Gebiet des Altenaer Sattels tritt dieser Talboden in 3 Resten südwestlich und westlich Hegenscheid auf, der eine westlich, der andere nördlich der Höhe 420 (410 m, 255 m) und der 3. als 405 m-Stufe in der Hegenscheider Taltreppe. Weiter nördlich zeigt das Plateau von Wixberg zwischen Osthelle und dem Südrande eine talartige Senke in

Ortsbezeichnung	Blatt	Ufer	Höhe über N. N.	Höhe des Flusses	relat. Höhe
Vorsprung 360,1 Schmittau s. Hohenlimburg	H.	l.	360	117	243
Rohländer Kopf nö. Einsal	„	r.	400	145	255
Stufe w. Hegenscheid nö. Altena	I.	r.	405	155	250
Rücken ö. Altena Bhf.	„	r.	410	157	253
sw. Vorsprung der Höhe 450 sw. Nettenscheid	A.	r.	420	165	255
Flachkuppe des Riesenbergs sw. Werdohl	„	l.	441	182	259
Flachkuppe des Klosterbergs n. Werdohl	„	r.	448	187	261
Flachkuppe der Falkenlei	„	r.	452	192	260
Flachkuppe des Reckenbergs	„	r.	455	195	260
Rücken s. d. Mattenhagen n. Pasel	P.	r.	490	216	274
ö. Vorsprung d. Heiligenstuhls	„	l.	500	224	276
Hohe Haardt ö. Lenhausen	„	r.	500	227	273

405 m Höhe, durch die vielleicht früher ein Bach von Nord osten her der Lenne zufloß, bis er bei einer kräftigen Schief stellung durch den Grüne-Bach von Norden her angezapft und abgelenkt wurde. Als letzte markante Terrasse dieser Stufe wäre noch die etwas geneigte Fläche des Rohländer Kopfs nördlich des Wixberges in 400 m Höhe zu nennen (s. Abb. 7).

Bei dieser Gelegenheit möchte ich noch auf eine vielleicht zufällige, aber doch merkwürdige Erscheinung hinweisen: Im Gebiete der Lüdenscheider Mulde bildet eine Reihe der höchsten Gipfel eine Brücke zwischen den beiden isolierten Gebieten der Haardt-Terrasse; es folgen flußabwärts aufeinander der Reckenberg (455 m), die Falkenlei (452 m), der Klosterberg (448 m), der Riesenberg (441 m) und die Höhe 435 nordöstlich Dresel. Da es sich wenigstens bei den ersten drei um ziemlich flache Gipfel handelt, ist es nicht ausgeschlossen, daß wir es hier mit Resten des Haardt-Talbodens zu tun haben.

Die Kleff-Terrasse.

Wiederum 10 bis 15 m über dem vorigen liegt ein älterer teilweise recht gut erhaltener Talboden, die Kleff-Terrasse so von mir benannt nach dem mächtigen breiten Rücken der Kleff, der vom Heiligenstuhl in nördlicher Richtung in 510 bis 515 m Höhe (295 m) gegen das Lenne-Tal vorstößt und schroff zu ihm abfällt (Abb. 5). Auch nach Westen sendet der Heiligenstuhl zwei auffallende Vorsprünge in 410 m Höhe aus, die trotz ihrer Richtung zum Grüne-Tal hin sehr wohl zu diesem Niveau gehören können (vergl. Seite 128). Von ganz ähnlichem Charakter wie der Kleff ist auch der westlich gerichtete Rücken der Almert in 515 bis 519 m Höhe (293 m). Auch der Ruthen-Berg besitzt auf seiner Westseite eine Terrasse in 515 m Höhe. Im Berg-Massiv der Hohen Molmert dürfen wir vielleicht die Flachkuppe der Lechtenhardt (488 m 288 m) hierher rechnen. Im Gebiet von Altena ist diese Stufe in recht bedeutenden Bildungen unschwer wiederzuerkennen: Nordwestlich Dickenhagen liegt eine Terrasse in 425 m Höhe (268 m), westnordwestlich davon bei Grenniglol eine ähnliche in 420 m Höhe (beide auf Bl. Lüdenscheid), und 1 km weiter nördlich finden wir als östlichen Ausläufer der Brelow (Bl. Hohenlimburg) eine prächtige Terrasse in ebenfalls 420 m Höhe. Bleiben wir zunächst auf dem Westufer der Lenne, so gehört der den Limmerig-Talkessel im Westen abschließende flache Rücken in 410 m Höhe in dieses Niveau und schließlich als letzter Zeuge der breite plateauartige

Rücken des Brandenberges in 390 bis 395 m Höhe (260 m über der Lenne bei Letmathe. Auch östlich der Lenne ist der Kleff-Talboden in einem langen, schmalen und ebenen Bande zwischen Lenne- und Grüne-Tal (nördlich des Wixberges) erhalten. Da auch östlich des Wixberges bei dem Dorfe gleichen Namens eine ausgedehnte Verebnung in 415 bis 420 m liegt, so ist die Auffassung dieses eigenartigen Berges als eines Umlaufberges nicht von der Hand zu weisen.

Ortsbezeichnung	Blatt	Ufer	Höhe über N.N.	Höhe des Flusses	relat. Höhe
Stoppelberg s. Hohenlimburg . .	H.	l.	378	117	261
Rücken d. Brandenberges s. Letmathe	„	l.	390	125	265
Rücken zw. Wixberg u. Rohländer Kopf	„	r.	415	145	270
Rücken ö. Eilerde n. Wiblingwerde	„	l.	410	145	265
Verebnung bei Wixberg n. Altena	I.	r.	420	152	268
ö. Vorsprung d. Brelow w. Altena	H.	l.	425	155	270
Terrasse bei Grennigleh w. Altena	L.	l.	420	157	263
Terrasse n. Dickenhagen w. Rahmede	„	l.	425	160	265
Flachkuppe der Lechtenhardt w. Plettenberg	P.	l.	483	200	283
Terrasse s. d. Mattenhagen n. Pasel	„	r.	500	218	282
Flachkuppe bei Bärenberg s. Pasel	„	l.	510	220	290
Terrasse w. d. Heiligenstuhls . .	„	l.	510	220	290
Terrasse des Kleff s. Pasel . . .	„	l.	515	222	293
Terrasse w. d. Ruthenbergs . . .	„	r.	517	222	295
Rücken der Almert ö. Rönkhausen	„	r.	520	227	293
Terrasse w. d. Kuhhelle nö. Altenhundem	Ah.	r.	560	265	295
Rücken w. d. Steinberges s. Saalhausen	S.	l.	590	310	280
Flachkuppe d. Roßnacken ö. Saalhausen	„	l.	585	315	270
Plateau w. d. Kähling s. Lanne . .	„	l.	600	335	265

Auch im Oberlauf der Lenne ist die Kleff-Stufe wahrscheinlich mehrfach vertreten, so in einem Vorsprung der Kuhhelle in 560 m Höhe (285 m), ferner in dem langen flachen Rücken, westlich vom Steinberg südlich Saalhausen (590, 280 m), der Flachkuppe des Roßnacken und in dem flachwelligen Plateau des Kähling (600 bis 610 m, 265 m).

Die Almert-Stufe.

Der Gipfel 569 der Almert besitzt nach Osten, Süden und Westen drei bastionartige ebene Vorsprünge in 540 bis 545 m Höhe (320 m). (Abb. 14.) Eine ähnliche, aber kleinere

Gehängestufe zeigt auch der Heiligenstuhl südlich des Kleff in 530 m (314 m). Vielleicht entspricht diesem Niveau am Unterlaufe des Flusses die Terrassenfläche östlich vom Gipfel des Wixberges in 425 m bis 430 m Höhe (280 m), ferner die Flachkuppe 425 nordöstlich des Rohländer Kopfs und gegenüber südlich Rennerde das kleine Plateau in 427 m Höhe.

Aber selbst mit der Almert-Terrasse ist die obere Grenze der Talstufen noch nicht erreicht. Bei Altena finden wir als oberste Stufe der Hegenscheider Taltreppe eine schöne Terrasse, auf welcher der Ort selbst liegt, in 470 m Höhe, gleich südlich davon eine zweite und ¾ km nordwestlich Hegenscheid (w. Eileringsen) eine breite Flachkuppe in ebenfalls

Abb. 15. Hochfläche bei Hegenscheid n. Altena (460 m), Hegenscheid-Terr., links der Wixberg und das Lennetal.

470 m Höhe (Abb. 15). In derselben Höhenlage besitzt der Heiligenstuhl (Punkt 583,8) ein kleines Plateau in 570 m Höhe, und auch der flache Gipfel der Almert in 569 m gehört hierher.

Die höchsten Erhebungen bei Altenhundem, die Kuhhelle (600 m), der Hamberg (607 m), die Höhe 614,9 m und der Jürgens-Berg (615 m), die sich durch ihre plateauartigen oder sehr flach gewölbten Gipfel und durch das gleichmäßige Ansteigen ihrer Höhenzahlen als Reste einer alten Verebnung *) kennzeichnen, liegen schon beträchtlich unter jenem

*) Vergl. das „600 m-Niveau“ Wentzels („Der Ostrand des Rhein. Schiefergebirges“).

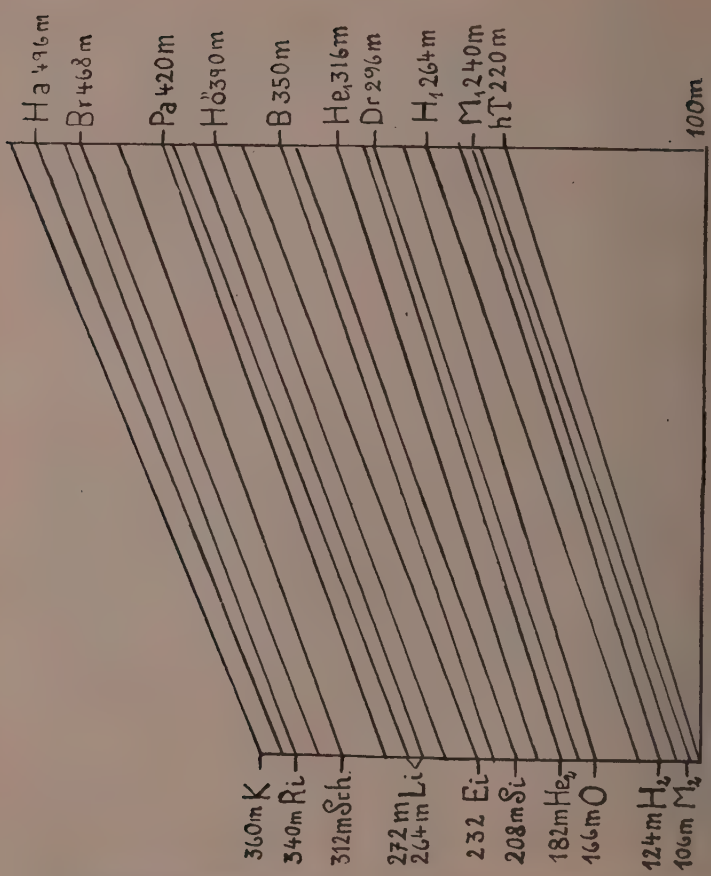
Niveau; sie gehören vielleicht mit einer nordöstlich gerichteten Terrasse der Hohen Molmert (525 m) und dem Plateau von Wiblingwerde 440—450 m) in eine Talstufe.

Genetische Betrachtung der Lenneterrassen.

Eine zusammenfassende Betrachtung der Terrassen in ihrem genetischen Zusammenhang kann naturgemäß nur so erfolgen, daß man jede Talstufe auf die nächst höhere bezieht, weil sie aus dieser durch irgend einen die Erosionskraft des Flusses steigernden Vorgang entstanden ist. Als solche Vorgänge kommen in Betracht: 1. Parallele Hebung, 2. Schiefstellung und 3. Steigerung der Wasserführung. Von diesen erzeugt die Schiefstellung eine Divergenz zum Oberlauf hin, die Hebung für den Unter- und Mittellauf einen schwach konvergierenden Talboden; die vermehrte Wasserführung dürfte dagegen eine stärkere Konvergenz im Gefolge haben, da die lebendige Energie des Flusses nicht proportional der Masse ist, sondern wegen Verringerung der inneren Reibung stärker wächst als die Masse. Danach wären Haardt-, Ringelberg-, Scherl-, Bergfeld- obere Helmke-Terrasse, die Oberterrasse, die untere Hauptterrasse und der heutige Talboden durch eine mehr oder weniger kräftige Schiefstellung aus der nächst älteren Stufe entstanden, während Papenberg-, Hömberg-, Eisenberg- untere Helmke-Terrasse, Drüfel- und untere Mittelterrasse einer einfachen Hebung ihren Ursprung verdanken. Dagegen wären die Limmerig-, Sillberg-, die obere Haupt- und Mittelterrasse durch Steigerung der Wasserführung zu erklären, was für die Hauptterrasse mit der Feststellung auf Seite 91 übereinstimmen würde.

Im ganzen würde sich bis zur Kleffterrasse für die Laufstrecke zwischen dem Heiligenstuhl und Hohenlimburg eine Schiefstellung von etwa 28 m ergeben oder, da die Entfernung der beiden Punkte in der Richtung der stärksten Abdachung (n. 15 w.) etwa 16 km beträgt, $\frac{28}{16} = 1{,}8 \frac{m}{km}$.

Während dem Wechsel im Divergieren und Konvergieren alle Terrassen von der jüngsten bis zur ältesten unterworfen sind, zeigen die höheren Terrassen von der Sillberg-Terrasse an aufwärts eine Eigenart, für die ich keine Erklärung habe: Das bedeutend stärkere Gefälle, das von der Einmündung der Bigge an flußaufwärts für die jüngeren Talböden bis einschl. zur oberen Helmke-Terrasse naturgemäß eintritt, ist für die älteren Talböden nicht festzustellen; sie zeigen nach oben



hin eine wachsende Streckung. Die Frage, ob etwa die Bigge zu jener Zeit noch nicht die bedeutende Rolle als Nebenfluß gespielt hat wie heute, muß zunächst offen bleiben.

Die Rumpffläche des Lenne-Gebiets.

Die Verfolgung der Lenne-Terrassen bis in die höchsten Niveaus führt naturgemäß und zwangsläufig zur Frage nach der alten Landoberfläche, in welche der Fluß sein Tal zunächst eingeschnitten hat. Ergeben sich aber schon bei dem

Versuch die höchsten Talböden festzustellen infolge der zunehmenden Lückenhaftigkeit der Dokumente große Schwierigkeiten und Unsicherheiten, so wachsen diese gegenüber der Festlegung der alten Rumpffläche. Die Goebelsche Auffassung von den drei „Rumpfschwellen", der Altenaer-, der Ebbe- und der Rothaar-Schwelle ist jedenfalls nicht den Tatsachen entsprechend. Denn diese Annahme würde für die Schwellengebiete mindestens bei den Hochterrasen eine Heraushebung bedingen. Dafür ist aber nirgendwo eine Andeutung vorhanden; sämtliche Talböden ziehen ungestört über die vermeintlichen Hebungs- und Senkungsgebiete hinweg. Als Reste der Rumpffläche an der mittleren Lenne kann man mit einiger Wahrscheinlichkeit die höchsten Erhebungen der Ebbe (Nordhelle) in etwa 650 m Höhe annehmen, zu denen auch auf dem rechten Lenne-Ufer die wellige, wenig zertalte Hochfläche von Wildewiese gerechnet werden muß (Bl. Plettenberg und Endorf). Will man von diesem Ausgangspunkt aus das Ebbe-Niveau an der oberen Lenne ermitteln, so muß man die Schiefstellung berücksichtigen. Diese ergibt bei einer in der Richtung der größten Abdachung gemessenen Entfernung von etwa 12 km einen Betrag von $12 \times 1{,}8$ km $=$ 22 m (siehe Seite 111). In dieser ungefähren Höhenlage von 670 m finden wir oberhalb Saalhausen nördlich des Flusses die breiten flachen Gipfel des Hohen Lenberges (667 m), des Himberges (685 m), des Auergangs (684 m) und des Oesenberges (676 m) *). Die südlich davon gelegene Hochfläche des Härdler ragt dagegen mit 750 m Höhe um etwa 80 m über dieses Niveau hinaus, während der westlich vom Härdler liegende und etwas näher an die Lenne herangerückte Kahleberg mit 707 m eine Zwischenstellung einnimmt.

Auf gleiche Weise ergibt sich im Unterlaufe etwa in der Gegend von Nachrodt eine Höhe des Ebbe-Niveaus von $650—18 \times 1{,}8 = 620$ m. Gehen wir nun von dem genannten Ort aus senkrecht zur Hauptabdachungsrichtung nach Osten, so stoßen wir auf den Balver Wald, der, worauf mich Herr Kraus freundlicherweise aufmerksam machte, mit seinen breiten flachen Gipfeln in etwa 550 m Höhe mit demselben Rechte als Rest der Rumpffläche angesehen werden kann, wie die Ebbe, der aber 70 m zu tief liegt. Ob die bedeutendsten Erhebungen auf Blatt Hohenlimburg, der Lohhagen

*) Dieses „Ebbe-Niveau" wurde dem „Ederkopf-Winterberg Niv." Wentzels in 650 bis 700 m Höhe entsprechen. Dagegen habe ich Verebnungen in 600 m Höhe bei Saalhausen und Lenne zur Kleffterrasse gerechnet. (Vergl. das „600 m Niv." Wentzels („Der Ostrand des Rhein. Schiefergeb.")

und Brelow (490—495 m) und einige Höhen von etwa 500 m in der Nachbarschaft von Altena zur Rumpffläche gehören, möchte ich bezweifeln. Denn die erstgenannten Erhebungen liegen in einem Niveau, in welchem an der Hohen Molmert (Blatt Altena, Südrand) noch eine deutliche Terrassenfläche existiert (555 m) und dem auch die Flachkuppe des Heiligenstuhl angehört (587 m); die letztere wird aber von der gegenüberliegenden Hochfläche von Wildewiese um 60 m überhöht.

Wenn wir nun den Versuch machen, aus den geringfügigen Dokumenten die Rumpffläche zu rekonstruieren, so würde ihr Niveau bei Altena etwa 550 m hoch, zwischen Ebbe und oberer Lenne 650 bis 670 m, südlich dieses Oberlaufes im Härdler und in dem langen breiten Rücken, der sich von der Schanze s. Oberkirchen über Heidenstock, Albrechtsberg bis Hohe Ley erstreckt, 750 m hoch liegen, um dann östlich Langewiese zu dem Kernstück, der Hochfläche des Kahlen Asten in 840 m Höhe anzusteigen *). Da nun zwischen den beiden letztgenannten Flächen eine Stufenbildung deutlich erhalten, da ferner zwischen Härdler und den Bergen nördlich der Lenne mit dem Kahle Berg als Zwischenglied eine solche angedeutet ist, so liegt die Annahme nahe, daß vor der Bildung der Lenne-Terrassen ein Stufenland vorlag (Piedmont-Treppe Kockels). Ob dem „Balver Wald"-Niveau noch eine oder mehrere Stufen vorgelagert waren, bleibt fraglich. Die verschiedenen „Schwellen" mit den dazwischen liegenden Senken, die ungefähr den variskischen Sätteln und Mulden entsprechen, sind schwerlich jüngeren Verbiegungen zuzuschreiben, sondern erklären sich zwanglos durch verschieden starke Abtragung der alten Landoberfläche infolge größerer oder geringerer Zertalung. So ist die ganz auffallende Höhendifferenz zwischen den Gebieten des Ebbe-Sattels und der Lüdenscheider Mulde von über 100 m in den höchsten Gipfeln eines Teils vielleicht auf die geringere Höhenlage der Rumpffläche, anderseits aber auch auf reiche Talbildung auf Blatt Altena zurückzuführen; man lege die beiden (geologischen) Blätter Altena und Plettenberg nebeneinander, und der große Unterschied in der Flußdichte wird unmittelbar in die Augen springen. Dieser überraschende Gegensatz ist offenbar tektonisch-petrographisch bedingt: Schneller Wechsel in der Gesteinshärte, wie er in der Lüden-

*) Kockel faßt den Kahlen Asten, den Rücken zw. Schanze u. Langewiese und den Härdler zum „Härdler Niveau" zusammen, während Wentzel diese Bezeichnung anficht und die beiden letzteren Höhen als erniedrigte Reste des „800 m Niv." (Hunau-Niv.) betrachtet.

scheider Mulde vorliegt, begünstigt reiche Talbildung, während die auf weite Strecken viel gleichartigere Gesteinsbeschaffenheit des Blattes Plettenberg sie hemmt. Das Gebiet des Altenaer Sattels auf den Blättern Lüdenscheid, Hohenlimburg, Iserlohn steht, was Zertalung anbetrifft, zwischen jenen beiden Extremen in der Mitte. Die bedeutende Erniedrigung in der Attendorner Mulde ist in erster Linie auf die Löslichkeit des Massenkalks im Wasser zurückzuführen. Der südliche Teil des Blattes Altenhundem zeigt etwas stärkere Zertalung wie Blatt Plettenberg und dementsprechend auch geringere Höhenlage über dem Niveau der Gewässer.

Zusammenfassung der Ergebnisse.

1. Das Lenne-Tal besitzt außer der (fehlenden?) Niederterrasse 11 Terrassen, die den diluvialen Terrassen an der Ruhr entsprechen: die beiden Mittelterrassen, die beiden Hauptterrassen, die Oberterrasse, die Drüfel-Terrasse, die beiden Helmke-Terrassen, die Sillberg-, Bergfeld- und Eisenberg-Terrasse. Die Sillberg- und Bergfeld-Terrasse entsprechen vielleicht beide der Homberg-Terrasse Breddins an der Ruhr. Die höchste Terrasse mit ganz vereinzeltem Schottergehalt ist die Sillberg-Terrasse.

2. An zwei Stellen deuten die vorhandenen Terrassenreste auf alte Talstrecken hin, die von dem heutigen Flußlaufe abweichen: 1. zwischen Hohenlimburg und Letmathe und 2. bei Obstfeld südlich Nachrodt.

3. Ueber dem Niveau der höchsten diluvialen Ruhr-Terrasse, der Mettmann-(Eisenberg)-Terrasse geht an der Lenne die Terrassenbildung ohne scharfe Grenze weiter. Nach morphologischen Gesichtspunkten lassen sich noch 6 durchgehende Hochtalböden erkennen: Die Hömberg-, Limmerig-, Papenberg-, Scherl-, Brandenberg- und Ringelberg-Terrasse, von denen die Limmerig-Terrasse noch zweistufig zu sein scheint. Ueber diesen sind noch 3 weitere teilweise erhalten: die Haardt-, Kleff- und Almert-Terrasse, und darüber hinaus noch vereinzelte Andeutungen von 3 höheren Stufen.

4. Die Talböden von der Sillberg-Terrasse an aufwärts zeichnen sich durch wachsende Streckung im Profil aus.

5. Für die Entstehung der Terrassen aus der jeweils nächst älteren scheinen 3 Vorgänge als Ursachen in Betracht zu kommen: Die Hebung, die Schiefstellung und eine Vergrößerung der Wasserführung.

6. Bei der reichen Stufenbildung im Lenne-Gebiet müssen wir scharf unterscheiden zwischen einer vermutlich tektonisch bedingten älteren Abstufung (Piedmont-Treppe Kokkels, von der allerdings nur noch eine Stufe wirklich vorhanden ist) und einer sehr gut erhaltenen jüngeren „Taltreppen"-Bildung, die ausschließlich das Werk der Flußläufe ist.

Verzeichnis der benutzten Karten und Literatur.

Meßtischblätter: Hohenlimburg, Iserlohn, Lüdenscheid, Altena, Plettenberg, Endorf, Attendorn, Altenhundem, Kirchhundem, Schmallenberg, Eslohe, Girkhausen.

Geologische Karten nebst Erläuterungen: Witten, Hörde, Hagen, Hohenlimburg, Iserlohn, Lüdenscheid, Altena, Plettenberg, Endorf, Attendorn, Altenhundem, Kirchhundem.

G. Braun: Synthetische Morphologie. Greifswald 1928.

H. Breddin: Die Höhenterrassen von Rhein und Ruhr am Rande des Bergischen Landes; Jahrb. d. Geol. Landesanst. 1928.

M. R. Breddin-Ruland: Der Rand des Bergischen Landes; Düsseldorfer Geographische Vorträge und Erörterungen II, Breslau 1927.

Fr. Goebel: Morphologie des Ruhrgebiets; Verh. d. Naturhist. Vereins d. Rheinl. u. Westf. 1916.

Fr. Goebel: Die Antezedenz des Lenne-Haupttals; Verh. d. Naturhist. Vereins d. Rheinl. u. Westf. 1919.

Fr. Goebel: Die Reste der alttertiären Rumpffläche zwischen Ruhr und Sieg. „Glückauf", Essen 1926.

H. Knuth: Die Flußterrassen der Sieg; Beiträge zur Landeskunde d. Rheinlande (Philippson). Leipzig 1923.

C. W. Kockel: Zur Piedmonttreppe im Rheinischen Schiefergebirge. Zentralblatt für Mineralogie usw. Abt. B. 1926.

W. Paeckelmann: Der geologische Bau des Gebietes zwischen Bredelar, Marsberg und Adorf am Nordostrande des Rhein. Schiefergebirges; Jahrb. d. Geol. Landesanst. 1928.

A. Philippson: Morphologie der Rheinlande; Düsseldorfer Geographische Vorträge und Erörterungen II, Breslau 1927.

M. Kirchberger: Vorl. Ergebnisse einiger Exkursionen ins Bergische und ins westl. Sauerland. Ztschr. d. Ges. f. Erdk. Berlin 1917.

H. Spethmann: Die Entstehung der Oberflächenformen des Ruhr-Reviers; Düsseldorfer Geographische Vorträge und Erörterungen II, Breslau 1927.

G. Steinmann: Die diluvialen Ruhrterrassen und ihre Beziehung zur Vereisung; Verh. d. Naturhist. Vereins d. Rheinl. u. Westf. 1924.

H. Wentzel: Der Ostrand des Rheinischen Schiefergebirges zwischen Dill und Diemel. In der Festschrift für A. Philippson, Leipzig u. Berlin 1930.

Ed. Wildschrey: Das Niederrheinische Diluvium. Verh. d. Naturhist. Vereins d. Rheinl. u. Westf. Bonn 1924.

Quellen und Grundwasser in der nordöstlichen Eifel.

Von **Walter Semmler,** Essen-Stoppenberg.

Mit Karte II (hydrogeologische Karte) und 20 Textabbildungen.

Inhaltsübersicht.

	Seite
I. Einleitung	140
II. Oro- und hydrographische Uebersicht	141
III. Niederschlags- und Temperaturverhältnisse	142
IV. Geologische Uebersicht	144
V. Spezielle Hydrogeologie	145
a) des Unterdevons	145
b) des Mitteldevons	147
1. der Rohrer- und Blankenheimer Mulde	147
2. Sötenicher Mulde	153
c) Trias	161
1. Hauptbuntsandstein	162
2. Oberer Buntsandstein	168
3. Muschelkalk	177
4. Keuper	178
d) Tertiär und Quartär	179
1. Antweiler Graben	179
2. Das Vorland	182
3. Alluvium	191

Vorwort.

Die vorliegende Arbeit ist das Ergebnis einer 18 Monate dauernden geohydrologischen Untersuchung der Nordosteifel. Die dazu erforderlichen Aufnahmen im Gelände wurden in den Monaten März und April sowie von August bis November 1929 ausgeführt und durch zahlreiche Exkursionen im Winter 1929/30 und Sommer 1930 ergänzt. Sie verdankt ihre Entstehung einer Anregung meines verehrten Lehrers, des Herrn Professor Dr. Wanner, dem ich auch an dieser Stelle für sein großes Interesse am Fortgange der Arbeit meinen herzlichsten Dank aussprechen möchte.

Ferner möchte ich es nicht unterlassen, Herrn Landrat Dr. Kaufmann, Euskirchen, und den Herren Bürgermeistern der Gemeinden in den Kreisen Euskirchen, Rheinbach, Düren, Schleiden und Adenau meinen verbindlichsten Dank für die mir zuteil gewordene Unterstützung zu sagen, ferner auch den Wasserwerksmeistern und Betriebsbeamten der von mir untersuchten Wasserwerke. Herrn Studienrat Leo Michel, Münstereifel, bin ich für materielle Unterstützung zur Durchführung meiner Untersuchungen zu ganz besonderem Danke verpflichtet.

I. Einleitung.

Die starke Steigerung des Wasserverbrauches, die sich in den letzten zwanzig Jahren in den Städten bemerkbar machte, greift jetzt immer mehr auch auf das Land über. Die Ursachen liegen nahe. Die Landwirtschaft braucht für einen rationellen Betrieb eine billige Kraftquelle, die ihr in erster Linie im Wasser zur Verfügung steht. Zentrifugen, Waschein richtungen, Berieselungs- und Kühlanlagen werden heute fast nur durch Wasserkraft betrieben. Auch in hygienischer Hinsicht sind die Ansprüche der Landbevölkerung an den Wasserverbrauch bedeutend gestiegen. Die tägliche Bedarfsmenge an Wasser erreicht daher heute auch auf dem Lande das Doppelte der Vorkriegszeit. Während man hier vor dem Kriege mit einem durchschnittlichen täglichen Verbrauch von 50 Liter pro Kopf rechnen konnte, muß man heute bei Herstellung neuer Wasserversorgungsanlagen einen täglichen Verbrauch von 100 Litern in Anschlag bringen. Großverbrauch, Viehhaltungen und der voraussichtliche Bevölkerungszuwachs sind jedoch noch besonders zu berücksichtigen. Die Folge dieses erhöhten Wasserverbrauches ist gelegentlicher Wassermangel, der sich selbst in einem so wasserreichen Gebiete, wie es die Nordosteifel ist, besonders in trockenen Jahren immer häufiger einstellt und dem naturgemäß nach Möglichkeit abgeholfen werden muß. Diese Aufgabe wäre in vielen Fällen leichter und besser zu lösen, wenn die hierfür nötigen hydrologischen Grundlagen besser bekannt wären und in übersichtlicher Zusammenstellung zur Verfügung ständen. Bis jetzt besitzen wir jedoch nur für verhältnismäßig wenige Gebiete von Deutschland eine eingehende Darstellung der hydrogeologischen Verhältnisse. Die geologische Landesaufnahme hat zwar dem Grundwasser und den Quellen von jeher eine gewisse Beachtung geschenkt, ist aber erst in neuerer Zeit dazu übergegangen, in den Erläuterungen zu den geologischen Spezialkarten auch die hydrologischen Verhältnisse ausführlich zu behandeln.

Ich habe mir die Aufgabe gestellt, diese auch in der nordöstlichen Eifel fühlbare Lücke in unserer hydrologischen Kenntnis auszufüllen und habe im Folgenden den Versuch

unternommen, das Wasserregime dieses hydrologisch mannigfaltigen Gebietes auf Grund eigener Beobachtungen und der erreichbaren älteren und neueren, vielfach in den Archiven der Gemeinden begrabenen Angaben auf geologischer Grundlage übersichtlich darzustellen. Das Ziel dieser Untersuchung war im wesentlichen auf die praktischen Bedürfnisse gerichtet; es geht dahin, den Geologen und Technikern bei ihren hydrologischen Arbeiten in diesem Gebiete zu nutzen und die zukünftige Wasserversorgung auf eine breitere und zuverlässigere Grundlage zu stellen, als das bisher der Fall war.

II. Oro- und hydrographische Uebersicht.

Das von mir hydrologisch untersuchte Gebiet ist wie folgt begrenzt: Im Norden durch eine Linie, die von Ludendorf über Euskirchen nach Nideggen läuft, im Westen zuerst durch die Ortschaften Nideggen, Heimbach, Gemünd, dann durch den Lauf der Urft, im Süden durch die Orte Blankenheimerdorf, Blankenheim und Rohr; im Osten verläuft die Grenze entlang der Erft bis Münstereifel und von hier ab in nordöstlicher Richtung bis Ludendorf. Das so begrenzte Areal umfaßt einen Flächenraum von annähernd 500 qkm. In ihm fällt das Gebirgsland der Eifel von einer Hochfläche treppenförmig und schließlich mit einer steilen Randstufe zum Flachland der niederrheinischen Bucht ab. Der Gebirgsabfall beträgt annähernd 400 Meter.

Die Hochfläche liegt 500—600 m über N.N. In unserem Arbeitsgebiete erreicht sie ihre größte Höhe bei Tondorf mit 560 m, senkt sich aber am Kermeter und bei Blankenheim bis auf 520 m herab. Sie ist identisch mit der prämiocänen Rumpffläche (Stickel 23).

Nach Nordosten schließen sich an sie die gestaffelten Abtragungs- oder Verebnungsflächen an, die den Gebirgsabfall bilden. Nach Stickel (23) sind drei Niveaus von Wichtigkeit. Eine 400 m-Fläche ist bei Düttling, Hergarten und Münstereifel gut zu erkennen. Eine 360 m-Fläche ist zwischen Heimbach und Vlatten vorhanden. Dieser schließt sich weiter nordöstlich eine 300 m-Fläche an. Sie ist am Eifelrande bei Wollersheim, Berg bei Floisdorf, Firmenich und weiter westlich noch bei Eschweiler erhalten. Stickel hält diese Abtragungsflächen für mio-pliocän. Der normale Verlauf derselben wird an mehreren Stellen unterbrochen: durch den Horst von Kommern und durch die Keilschollen

von Satzvey, Eschweiler und Billig-Kirchheim, die das 300 m-Niveau überragen („Vollformen" Stickels). Im 400 m-Niveau bildet der Nöthener und Schützendorfer Ausraum, in der 300 m-Fläche die Antweiler Niederung tief einschneidende „Hohlformen".

Das Flachland gehört schon zur niederrheinischen Bucht und liegt 150 –190 m über N.N. Es ist am Gebirgsrande mit den ältestdiluvialen Eifelschottern aufgefüllt (Eifelschotterfläche Stickels), die sich weiter nordwärts mit den Schottern der Hauptterrasse vermischen.

Die Entwässerung der NO-Eifel erfolgt nach verschiedenen Richtungen. Die Hochfläche wird bei Blankenheim durch die Ahr nach Osten, am Kermeter durch eine Anzahl kleinerer Bäche, die zum Abflußgebiet der Roer gehören, nach Westen zu entwässert. Mit dem Gebirgsabfall beginnt das Entwässerungsnetz der Erft, die mit ihren zahlreichen Seitenbächen in nordöstlicher Richtung abfließt. Größere Seitenbäche der Erft sind: der Klosterbach im Osten, der Eschweiler, der Vey-, Blei-, Rot-, Vlattener und Neffelbach im Westen. Mit Ausnahme des Eschweiler Baches münden sie alle erst außerhalb unseres Untersuchungsgebietes in die Erft. Die Wasserscheide zwischen Rhein und Maas bzw. Roer und Erft verläuft in nordwestlicher Richtung senkrecht zur allgemeinen Strömungsrichtung des Erftsystems und parallel der Roer nach Thum zu.

III. Niederschlags- und Temperaturverhältnisse.

Das südwestlich von unserem Arbeitsgebiete liegende niederschlagsreiche Hohe Venn wird umsäumt von der 1000 mm-Isohyete. Oestlich des Hohen Venn dachen sich die Regenkurven sehr schnell ab (Abb. 1). Von 1000 bis 1100 mm im Hohen Venn sinkt die jährliche Niederschlagshöhe bei Frohnrath auf 750—800 mm. Das Erftgebiet und das Vorland werden von Polis (15) sogar als Trockengebiet bezeichnet. Hier hat Münstereifel noch 630 mm, Euskirchen dagegen nur 540 mm aufzuweisen. Bei einem angenommenen Durchschnittswert von 630 mm Niederschlagshöhe fallen in unserem etwa 500 qkm umfassenden Gebiet jährlich ca. 315 Millionen cbm Niederschläge.

Die mittleren Jahrestemperaturen sind aus Abb. 2 ersichtlich. Der nordöstliche Teil unseres Gebietes mit einer mittleren Jahrestemperatur von mehr als 9° gehört zu den wärmsten Gegenden Deutschlands. In Annäherung an das

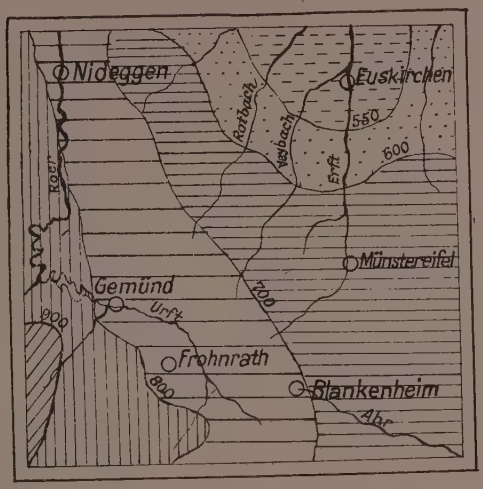


Abb. 1.
Durchschnittliche jährliche Niederschlagshöhe in mm für die Jahre 1893—1902.
Nach P. Polis.

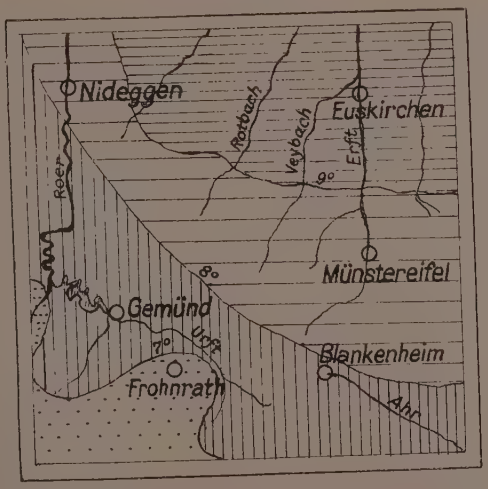


Abb. 2.
Mittlere Jahrestemperatur für die Jahre 1881—1900.
Nach P. Polis.

Gebirge nimmt die Temperatur schnell ab. Die 8°- und 7°-Isothermen folgen ziemlich dicht aufeinander, und weiter westlich wird das Hohe Venn von der 6°-Isotherme umsäumt.

IV. Geologische Uebersicht.

Die erste zusammenfassende geologische Darstellung der Eifel verdanken wir von Dechen (2) (1882). Sie ist heute bekanntlich in vieler Hinsicht veraltet, bildet aber für diejenigen Gebiete, von welchen keine neueren Aufnahmen vorliegen, immer noch die wichtigste Grundlage. Bald darauf (1885) brachten die Aufnahmen von Blanckenhorn (1) 1 : 50 000 für das Triasgebiet einen wertvollen Fortschritt. Als erste geologische Spezialkarten 1 : 25 000 erschienen kurz vor dem Kriege die Meßtischblätter Euskirchen und Rheinbach von A. Fuchs (6 u. 7). Ungefähr zu gleicher Zeit veröffentlichte Quiring (18) eine Karte 1 : 40 000 von der Nordosthälfte der Sötenicher Mulde. Schließlich erschienen 1926 die Aufnahmen der Blankenheimer und Rohrer Mulde von Kuckelkorn und Vorster (14).

Das untersuchte Gebiet umfaßt die Rohrer-, Blankenheimer- und Sötenicher Eifelkalkmulde, das mesozoische Schollengebiet am Nordostabfall der Eifel und einen Teil der mit tertiären, diluvialen und alluvialen Ablagerungen aufgefüllten niederrheinischen Bucht.

In diesem Gebiet tritt als älteste Formation Unter- und Mitteldevon auf. Am Ende der Karbonzeit wurden die devonischen Sedimente gefaltet und in SW-NO streichende Sättel und Mulden gelegt. Gegen Ende des Paläozoikums erfolgte dann eine weitgehende Abtragung des aufgefalteten Gebirges, so daß das Mitteldevon nur in den Mulden erhalten geblieben ist. Die nördlichste Mulde ist die sogenannte Sötenicher Mulde, die von Sötenich in nordöstlicher Richtung über Eschweiler nach Kirchheim zu streicht, aber, durch eine junge Einsenkung, den Antweiler Graben, unterbrochen, und so in einen südwestlichen und einen nordöstlichen Teil zerlegt wird. Südlich Pesch schließt sich eng daran die Blankenheimer Mulde an; noch weiter südlich folgt die Rohrer Mulde. Auf diesem Faltenrumpfe lagerten sich dann die Sedimente der Trias ab. Das heutige Hauptverbreitungsgebiet der Trias liegt nordwestlich der Sötenicher Mulde. Es besteht hauptsächlich aus Buntsandstein, an den sich weiter im Nordosten Muschelkalk und in viel geringerer Ausdehnung Keuper anschließen. Ueber die geologische Entwicklung zur

Jura- und Kreidezeit ist nur wenig bekannt. Das kleine Senon-Vorkommen von Irnich zeigt, daß die Senontransgression zum mindesten bis an den Rand des Schiefergebirges sich erstreckte. Die saxonische Faltung berührt nur das Niederrheingebiet. In der Eifel kommt es nur zu einigen Einbrüchen, auf welche die erste Anlage des Kommern-Bitburger Eifelgrabens zurückzuführen ist. Erst im Oberoligocän beginnt eine neue Heraushebung des Gebirgsrumpfes und zugleich der Einbruch der niederrheinischen Bucht an hauptsächlich SO-NW streichenden Verwerfungen. An ihnen brechen die Schichten des Muschelkalkes und des Keupers nach der Kölner Bucht zu ab und verschwinden hier unter tertiären und diluvialen Sedimenten. Diese Bewegungen machen sich bis in die jüngste Zeit bemerkbar, wie die Absenkung der Bürvenicher Niederung beweist. Die Talböden und die jung erodierten Gebirgseinschnitte sind mit alluvialen Bildungen bedeckt.

V. Spezielle Hydrogeologie.

a) Das Unterdevon.

Das Unterdevon ist durch die Stufen der Unter- und Oberkoblenzschichten vertreten. Die Unterkoblenzschichten nehmen den südlichen und westlichen Teil unseres Gebietes ein. Sie sind im linksrheinischen Schiefergebirge nach Kuckelkorn (14) in rheinischer, Rotschiefer- und luxemburgischer Fazies ausgebildet. In dem untersuchten Gebiete ist jedoch nur die rheinische und die Rotschieferfazies vorhanden, von welchen die letztere die größte Verbreitung besitzt. Typisch für sie sind hauptsächlich graugrüne und rötliche Schiefer. Mit ihnen wechsellagern häufig feste Bänke graugrüner Sandsteine, deren Mächtigkeit selten über 1,50 m hinausgeht. Mitunter schalten sich auch dünne Grauwackenbänke dazwischen ein. Die Oberkoblenzschichten schließen sich nördlich von Münstereifel an das Unterkoblenz an. Sie sind wie im Bergischen Land nur in einer Fazies vertreten, die von Kuckelkorn (14) als Bergische Fazies bezeichnet worden ist. Nach Fuchs (7) setzt sich das Oberkoblenz aus milden graugrünen Schiefern und rötlichen Grauwackenbänken zusammen.

Die Schichten des Unterdevons sind stark gefaltet. Ihr Einfallen beträgt selten weniger als 30°. Das allgemeine Streichen ist SW-NO. Längs- und Querverwerfungen sind

häufig, aber in ihrem Verlaufe wegen der eintönigen petrographischen Beschaffenheit des Unterdevons zumeist nur schwer genauer festzulegen.

Die Erft erhält ihre zahlreichen Seitenbäche fast sämtlich aus dem vorwiegend schiefrigen Unterdevon. Diese Erscheinung ist auf den ersten Blick überraschend, erklärt sich jedoch leicht, wenn man bedenkt, daß den Schiefern zahlreiche wasserführende Sandsteinbänke zwischengelagert sind, aus denen besonders in den Quertälern zahlreiche Quellen austreten. Diese Quellen führen den Tälern trotz der geringen Mächtigkeit, des zumeist steilen Einfallens und nur schmalen Ausstreichens der Sandsteinbänke an der Oberfläche beträchtliche Wassermengen zu. Die Quellen selbst sind allerdings zumeist von Gehängeschutt bedeckt, sie lassen ihre Wässer unter dem Gehängeschutt bis zu den Talsohlen abfließen und bleiben so dem Beobachter verborgen. Auch Längstäler können wasserreich sein, wenn sie von einer Querverwerfung geschnitten werden, auf welcher mehrere Quellen auftreten, die ihr Wasser aus mehreren, die Querverwerfung kreuzenden Sandsteinbänken beziehen. Auch hier bleibt der unmittelbare Quellenaustritt wegen der Schuttbedeckung der Talhänge der Beobachtung entzogen.

Im Unterdevon habe ich folgende Quellen beobachtet:

Quelle
Nr. 1. 600 m nördlich von Holzheim. Sch.[1]) am 15. 10. 29; M.L.[2]) 15,5; T.[3]) 9,8°. Gefaßt von der Gemeinde Breitenbenden.
„ 2. 100 m nordöstlich Wolfgarten. Sch. am 9. 9. 29; M.L. 6,3; T. 9,8°. Gefaßt von der Gemeinde Wolfgarten.
„ 3. 150 m westlich von Bergrath. Sch. am 12. 10. 29; M.L. 3,3; T. 10,2°. Gefaßt von der Gemeinde Bergrath.
„ 4. 20 m südlich der Straße Weißenstein—Witscheiderhof. Sch. am 12. 10. 29; M.L. 1,9; T. 10°. Ungefaßt, dient dem Witscheiderhof zur Versorgung.
„ 5. In Lorbach. Sch. am 16. 10. 29; M.L. 2,5; T. 10,3°. Gefaßt von den Gemeinden Lorbach und Bergheim.
„ 6. 100 m nördlich von Lorbach im Tal. Sch. am 16. 10. 29; M.L. 16,6; T. 11°. Gefaßt von den Gemeinden Lorbach und Bergheim.
„ 7. 1500 m südöstlich von Lorbach. Sch. am 24. 10. 29; M.L. 11,1; T. 11°. Gefaßt von der Gemeinde Eiserfey.
„ 8. 1200 m südwestlich Hohn am Waldesrand. Sch. am 11. 10. 29; M.L. 5,2; T. 10°. Gefaßt von der Gemeinde Hohn.

Bezeichnend für die Quellen im Unterdevon ist ihre geringe Schüttung, die zwischen 1.9—16,6 M. L. schwankt, was mit der geringen Mächtigkeit der wasserführenden Sandstein-

1) Sch. = Schüttung. 2) M.L. = Minutenliter. 3) T. = Temperatur.

bänke im Einklang steht. Nur wenn Gehängeschuttwasser mitgefaßt worden ist, wie bei Quelle 6, erreicht die Schüttung einen etwas höheren Betrag.

Eine chemische Analyse[1]) liegt nur von der Quelle 5 vor; ausgeführt von Dr. Wellenstein, Trier, am 29. 12. 1903.

Rückstand	:	279,2	mg. i.L.
Glühverlust	:	81,2	„ „
CaO	:	84,4	„ „
MgO	:	19,3	„ „
$Fe_2O_3 + Al_2O_3$	:	1,5	„ „
N_2O_5	:	1,2	„ „
Cl	:	10,7	„ „
SO_3	:	26,9	„ „

b) Das Mitteldevon.

Von den drei hier in Betracht kommenden Eifelkalkmulden, Rohrer, Blankenheimer und Sötenicher Mulde, sollen die beiden ersteren geologisch und hydrologisch im Zusammenhang besprochen werden.

1. Rohrer und Blankenheimer Mulde.

Kuckelkorn und Vorster haben das Mitteldevon dieser beiden Mulden wie folgt gegliedert:

Oberes Mitteldevon	Obere Stringocephalenschichten Mittlere Stringocephalenschichten	ca. 120 m
	Untere Stringocephalenschichten Crinoidenschicht	ca. 30 m
Unteres Mitteldevon	Obere Nohner Schichten Mittlere Nohner Schichten . .	ca. 150 m
	Untere Nohner Schichten Cultrijugatusstufe	ca. 50 m
Unterdevon	Unterkoblenzschichten (Rotschieferfacies)	

Die Cultrijugatusstufe nimmt nur einen schmalen Streifen am Rande der Rohrer Mulde ein, während sie im nordöstlichen Teil der Blankenheimer Mulde weit verbreitet ist. Sie besteht vorwiegend aus sandigen, zurücktretend aus schiefrigen Gesteinen, enthält aber auch mehrere dünne Bänke von Roteisenstein.

---

1) Der Kürze halber ist der N_2O_5-, N_2O_3- und NH_3-Gehalt in den hier mitgeteilten Analysen nicht besonders vermerkt worden, wenn derselbe Null ist.

Bei weitem die größte Verbreitung besitzen die vorwiegend kalkigen Nohner Schichten. Die unteren Nohner Schichten sind in der Rohrer Mulde in einer mergeligen Brachiopodenfazies ausgebildet. Die mittleren und oberen Nohner Schichten sind oft stark voneinander verschieden. In den ersteren wechseln sandige Bänke mit Kalksteinen ab, während die letzteren durch Kalke mit großen Stromatoporen gekennzeichnet sind.

Für die Crinoidenschicht ist an vielen Stellen das Auftreten von Plattensandsteinen charakteristisch, lokal herrscht auch Brachiopodenmergel vor.

Die Stringocephalenschichten sind teils sandig, teils schiefrig, jedoch überwiegend kalkig ausgebildet.

Hiernach sind also die Rohrer und Blankenheimer Mulde hauptsächlich aus Sandsteinen, Kalksteinen und Mergeln aufgebaut. Am weitesten verbreitet und am mächtigsten sind die Kalksteine.

Hydrologisch wichtig ist, daß die Kalksteine von einem wahren Netzwerk von Klüften und Hohlräumen durchzogen und somit gut wasserdurchlässig und -aufnahmefähig sind. Die Niederschläge dringen schnell in den Kalkstein ein und versinken und versickern hier, bis sie sich auf einer wasserundurchlässigen Schicht stauen. Die wasserstauende Sohle ist das tonig-schiefrig ausgebildete Unterdevon. Die Mulden sind ringsum geschlossene schüsselförmige Becken und bis auf die Höhe der Talsohlen mit Grundwasser aufgefüllt. Daher findet man Wasseraustritte nur in den Tälern, die sehr wasserreich sind. Stellenweise ist am Austritt der Quellen das Gestein so sehr ausgelaugt, daß Hohlräume von 3—4 m Tiefe entstanden sind. Solche Hohlräume trifft man in der Rohrer Mulde mehrfach im Werthsbachtal an. Sie sind insbesondere den Nohner Schichten eigen, die durch ihre weitlumige Klüftung und der damit verbundenen Wasseraufnahmefähigkeit im Wasserhaushalt der Rohrer und Blankenheimer Mulde große Bedeutung haben.

a) Rohrer Mulde.

Die Mulde ist durch mehrere kleine SO-NW streichende Verwerfungen gestört, die das Bild einer regelmäßigen flachen Mulde nur wenig beeinflussen. Sie haben für die hydrologischen Verhältnisse und für den Austritt von Quellen in der Mulde keine Bedeutung.

In der Rohrer Mulde treten folgende Quellen aus:

Quelle
Nr. 9. 500 m westlich Rohr. Sch. am 24. 10. 29; M.L. 27,7; T. 9,2°. Gefaßt von der Gemeinde Rohr.
„ 10. (Abb. 3) 300 m östlich von Rohr. Sch. am 24. 10. 29; M.L. 47,2; T. 11°. Ungefaßt.
„ 11. 100 m nordwestlich von Lindweiler. Sch. am 25. 10. 29; M.L. 13,9; T. 8,8°. Gefaßt von der Gemeinde Lindweiler.

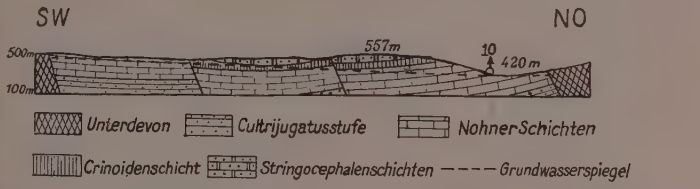


Abb. 3. Längsprofil durch die Rohrer Mulde, auf Grund der Aufnahmen von Kuckelkorn und Vorster. 1 : 50 000.

b) Blankenheimer Mulde.

Sie enthält Mitteldevon von der Cultrijugatusstufe bis zu den oberen Stringocephalenschichten. Während der nordwestliche Teil der Mulde normalen Bau aufweist, ist in ihrem mittleren Teile bei Blankenheim nur ihr Nordwestflügel erhalten. Er wird durch eine große SW-NO verlaufende Randstörung gegen das Unterdevon abgeschnitten. Weiter nördlich klingt die Störung allmählich aus.

Hydrologisch wurde die Mulde nur nördlich der Linie Blankenheim-Blankenheimerdorf untersucht.

Quelle
Nr. 12. (Abb. 4) Ahrquelle, mitten in Blankenheim. Sch. am 27. 5. 30; M.L. 1500; T. 9,4°. Ungefaßt.

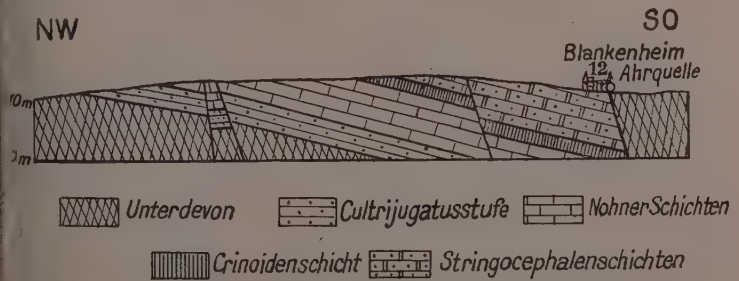


Abb. 4. Profil durch den mittleren Teil der Blankenheimer Mulde nach Kuckelkorn und Vorster. 1 : 25 000.

Die größte Quelle, zugleich die größte in der ganzen nordöstlichen Eifel, die Ahrquelle, tritt an der großen, eben erwähnten Randstörung an der Grenze der mittleren Stringocephalenschichten und des Unterdevons infolge der Stauwirkung des undurchlässigen Unterdevons aus.

Die für die Eifelquellen ungewöhnlich große Schüttung ist nicht weiter befremdend, wenn man bedenkt, daß die Ahrquelle neben den verhältnismäßig kleinen Quellen Nr. 13 und 14 die einzige in dem ganzen mittleren Teile der Blankenheimer Mulde ist, dessen jährliche Niederschlagsmenge auf 5,67 Millionen cbm zu veranschlagen ist. Errechnet man die Gesamtschüttung dieser drei Quellen, so erhält man eine Jahresschüttung von 823 772 cbm. Es tritt also in dem ca. 9 qkm umfassenden Niederschlagsgebiet dieser Quellen nur 15% der gesamten Niederschlagsmenge wieder zutage.

Abgesehen von der großartigen Erscheinung der Ahrquelle unterscheidet sich die Blankenheimer Mulde hydrologisch kaum von der Rohrer Mulde. Sie ist wie diese als ein beckenförmiger Wasserbehälter zu betrachten, in welchem die Wasserzirkulation weder durch Schichtgrenzen noch Verwerfungen gehemmt wird. Die Quellen treten auch hier dort auf, wo die Täler am tiefsten eingeschnitten sind. Außer der Ahrquelle sind aufzuführen:

Quelle

Nr. 13. Am westlichen Ende von Blankenheim. Sch. am 26. 5. 1930; M.L. 39,6; T. 9,4°. Gefaßt von der Stadt Blankenheim.

„ 14. 500 m nördlich von Blankenheimerdorf auf der Grenze der Cultrijugatusstufe gegen Nohner Schichten austretend. Sch. am 26. 5. 30; M.L. 27,7; T. 9,8°. Gefaßt von Blankenheimerdorf.

„ 15. 100 m östlich von Tondorf aus dem Gehängeschutt über Nohner Schichten austretend. Sch. am 24. 10. 29; M.L. 16,6; T. 10,4°. Gefaßt von Tondorf.

„ 16. (Abb. 5.) Mitten in Buir, aus den Nohner Schichten austretend. Sch. am 26. 10. 29; M.L. 33,3; T. 8,8°. Ungefaßt.

„ 17. 400 m südwestlich von Buir, aus den unteren Stringocephalenschichten austretend. Sch. am 27. 10. 29; M.L. 22,4; T. 9,4°. Gefaßt von Buir.

Nr. 18. (Abb. 6.) 200 m südwestlich von Engelgau als Stauquelle an Nohner Schichten und Cultrijugatusstufe gegen Unterdevon austretend. Sch. am 28. 10. 29; M.L. 69,4; T. 8,8°. Ungefaßt.

Nr. 19. 1200 m südwestlich von Frohngau an der Grenze von Cultrijugatusstufe und Nohner Schichten austretend. Sch. am 8. 10. 29; M.L. 83,3; T. 9,8°. Gefaßt vom Gruppenwasserwerk Zingsheim.

Nr. 20. 1000 m nordwestlich von Frohngau, aus den Nohner Schichten austretend. Sch. am 9. 10. 29; M.L. 22,4; T. 8,6°. Gefaßt von Roderath.

„ 21 u. 22. 800 m südöstlich Holzmülheim, aus den Nohner Schichten austretend. Sch. (21 u. 22) am 10. 10. 29; M.L. 224—333; T. 8,6°. Gefaßt von der Stadt Münstereifel.

„ 23. 100 m westlich Holzmülheim, a. d. Grenze Nohner Schichten-Cultrijugatusstufe austretend. Sch. am 11. 10. 29; M.L. 300 (geschätzt); T. 9°. Ungefaßt.

„ 24. 500 m südwestlich Bouderath, aus der Cultrijugatusstufe austretend. Sch. am 11. 10. 29; M.L. 11,9; T. 9,4°. Gefaßt von der Gemeinde Bouderath.

„ 25. 250 m südwestlich von Bouderath, an der Grenze Nohner Schichten gegen Cultrijugatusstufe austretend. Sch. am 11. 10. 29; M.L. 6,1; T. 9,2°. Ungefaßt.

„ 26. 300 m südlich Pesch, aus der Cultrijugatusstufe austretend. Sch. am 12. 10. 29; M.L. 250; T. 9°. Gefaßt von Nöthen.

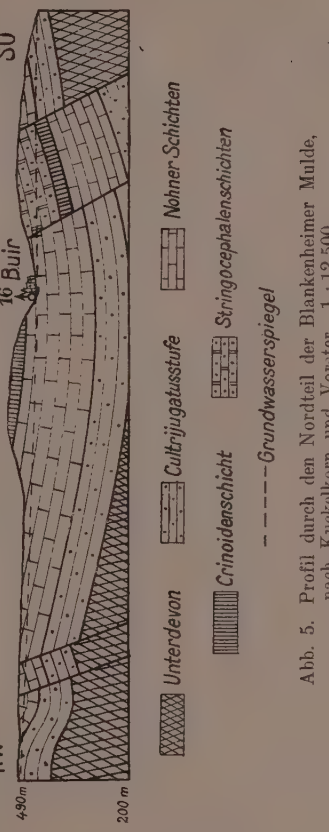


Abb. 5. Profil durch den Nordteil der Blankenheimer Mulde, nach Kuckelkorn und Vorster. 1 : 12 500.

Schließlich kommen noch die zahlreichen Bäche, die das Quellgebiet des Eschweiler Baches bilden, aus der Blankenheimer Mulde. Quellenaustritte sind allerdings nirgends sichtbar, da hier die Grenze zwischen Mittel- und Unterdevon von Gehängeschutt bedeckt ist. Sie sind aber leicht an dem Auftreten von Binsengräsern und anderen wasserliebenden Pflanzen zu erkennen.

Wenn man von der großen Schüttung der Ahrquelle absieht, wofür oben schon eine Erklärung gegeben wurde, so fällt auf, daß die Schüttung der übrigen Quellen in der

Rohrer und Blankenheimer Mulde recht erheblich voneinander abweicht. So besitzt die Quelle Nr. 25 nur eine Schüttung von 6,1 M. L., während bei der Quelle 23 (Erftquelle) eine solche von 300 M. L. geschätzt wurde. Das beruht auf der verschiedenen geologischen Position der Quellen und ihren verschieden großen Einzugsgebieten. Die Temperatur der meisten Quellen ist 9°—10°. Sie überschreitet somit die durchschnittliche jährliche Lufttemperatur dieses Gebietes (8°—9°) um etwa 1°.

Oben wurde schon erwähnt, daß die starke Zerklüftung der Nohner Schichten deren ausgezeichnete Wasserdurchlässigkeit bedingt. Das zeigen besonders auch die folgenden Beobachtungen. Mitten im Dorfe Buir tritt die Quelle

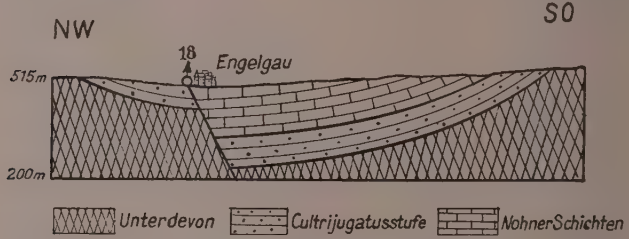


Abb. 6. Profil durch den NW-Rand der Blankenheimer Mulde, nach Kuckelkorn und Vorster. 1 : 12 500.

Nr. 16 aus den Nohner Schichten aus, versickert aber schon in einer Entfernung von 150 m von der Quelle infolge der starken Zerklüftung der Nohner Schichten in den letzteren. Sie kommt nach einem unterirdischen Weg von 200 m, da wo sie auf die unteren Nohner Schichten trifft, wieder zutage. Ebenso versickert der Bach südlich von Roderath in den Nohner Schichten und tritt in der Erftquelle wieder zutage. Noch besser wird die starke Zerklüftung und Durchlässigkeit der Nohner Schichten durch folgende Beobachtung erwiesen. Als man die Quellen Nr. 21 und 22 an der Schocher Mühle faßte, trat nur noch ein Teil des Wassers in die Fassung ein. Dafür traten ober- und unterhalb der Fassung neue Quellen aus, ein Zeichen, daß das Wasser der Quellen 21 und 22 infolge der starken Zerklüftung der Gesteine einen anderen Ausweg fand. Die Wasserzirkulation auf den Klüften und Spalten hat dieselben zu mehr oder weniger großen Hohlräumen ausgewaschen. So durchziehen am Kalkofen bei Blankenheimerdorf 1.5 m hohe und 1 m breite,

schlauchförmige Hohlräume das Gestein, deren Wände mit wohlausgebildeten Kalkspatkristallen besetzt sind. Da auf diesen Hohlräumen heute kein Wasser mehr zirkuliert, so weisen sie auf eine bedeutend höhere Lage des Grundwasserspiegels in früherer Zeit hin. Die im Laufe der Zeit erfolgte Absenkung des Grundwasserspiegels führte an manchen Stellen zur Bildung von Trockentälern. Solch einem Trokkental folgt z. B. die Straße von Blankenheim nach Schmidtheim.

Chemische Analysen lagen mir von den Quellen Nr. 15, 19, 21, 22, 23 und 26 vor. Sie zeigen, daß die Härtegrade der Wässer in den beiden Mulden sich zwischen 12,28 und 13,9 bewegen. Ammoniak, salpetersaure und salpetrigsaure Salze weist keine Analyse auf. Der Chlorgehalt schwankt innerhalb 8,6 und 14 mg. i. L. Sämtliche Quellen sind eisenfrei. Ein Gesamtrückstand von 1000 mg. i. L. beim Verdampfen von 1 Liter Wasser ist bei den untersuchten Quellen nicht angetroffen worden. Es ist daher weder in der Rohrer noch in der Blankenheimer Mulde Mineralwasser im Sinne des Deutschen Bäderbuches vorhanden. Der Durchschnittszusammensetzung entspricht am besten das Wasser der Quelle 21, das nach Selter, Bonn, enthält:

Cl	:	10,63 mg. i. L.
Freie CO_2	:	15,7 „ „
Deutsche Härte	:	12,8°
Keimzahl	:	6 in 1 ccm

2. Sötenicher Mulde.

Das Mitteldevon ist in der Nordosthälfte der Sötenicher Mulde von Quiring (18) folgendermaßen gegliedert worden [1]):

Oberes Mitteldevon	Dolomit über der Girzenbergstufe	ca. 300 m
	Girzenbergstufe	25—30 „
	Wachendorferstufe	30—40 „
	Kirspenicherstufe	30—40 „

1) Obwohl mir bekannt ist, daß E. Schulz (1913, Ueber einige Leitfossilien der Stringocephalenschichten der Eifel, Verh. Naturh. Verein der preuß. Rheinlande, Band 70, S. 349) bezüglich der Schichtenfolge der Sötenicher Mulde eine von Quiring abweichende Auffassung vertritt, glaube ich doch, mich hier an die auf einer genauen Kartierung beruhenden Schichtenfolge Quirings vom Jahre 1913 halten zu müssen, da es die von E. Schulz vorgeschlagene Vereinigung der Wachendorfer mit der Hembüchelstufe nach meinen Beobachtungen noch keine endgültige Lösung der hier noch schwebenden stratigraphischen Probleme bedeutet.

Unteres Mitteldevon	Hembüchelstufe	30—50 m
	Ohlesbergstufe	30—40 „
	Obere Cultrijugatusstufe . . .	50—60 „
Unterdevon	Untere Cultrijugatusstufe . . .	30—60 „

Die untere Cultrijugatusstufe besteht hier aus festen, körnigen Kalken und darin eingelagerten dünnen Roteisensteinbänken. In ihrer oberen Hälfte wechseln dunkle, graue bis rotbraune, sandige, rostbraun verwitternde Kalkgrauwacken mit feinkörnigen, bankigen bis plattigen Kalkgrauwacken ab.

Die obere Cultrijugatusstufe bildet eine Folge von mergeligen Schiefern und Plattenkalken. Nach oben zu gehen die Schiefer in Plattensandsteine über.

Die unteren Schichten der Ohlesbergstufe sind dickbankige, plattige Sandsteine, wechsellagernd mit kalkigen Bänken. Darüber folgen dichte und plattige Kalksteine, Sandsteine und dichter grauer Kalk.

Die Hembüchelstufe beginnt mit Stromatoporenkalken, mergeligen Knollenkalken, Mergelkalken und Mergelschiefern. Dann folgen wieder Korallenkalke und Mergel.

In der Kirspenicherstufe sind vorwiegend Plattensandsteine vertreten, die mit plattigen Kalksandsteinen wechseln.

Die Wachendorferstufe ist die Stufe der dunklen, sandigen Kalke. Stromatoporenkalke und mergelige Kalke sind auch hier vorhanden.

Die Girzenbergstufe ist durch einen grauen, tonigen, homogenen Kalkstein gekennzeichnet. Quiring bezeichnet diesen als Fettkalk. Er wird von hellen, sandigen Mergelkalkschieferbänken begleitet.

Der „Dolomit über der Girzenbergstufe", der mächtiger ist als die Gesamtheit der eben besprochenen Stufen, ist stratigraphisch noch nicht gegliedert. Er setzt sich aus einer Folge von Dolomitbänken, Sandsteinen und mergeligen Schieferlagen zusammen. Der Dolomit und die Sandsteine sind sehr porös und löcherig, aber fest und homogen.

Die Mulde streicht in SW-NO-Richtung und ist tektonisch stark gestört. Der Antweiler Graben zerlegt sie in zwei Teile. In beiden Teilen sind Längs- und Querverwerfungen häufig. Am wichtigsten sind die Kallmuther- und Holzheimer Störung. Die erstere verursacht die große Verbreiterung der Mulde zwischen Kallmuth und Vollem. An dieser Verwerfung stoßen mitteldevonischer Kalkstein und Dolomit an unterdevonischen Sandstein und Schiefer. Die

Holzheimer Störung verläuft quer durch die ganze Mulde aus dem Unterdevongebiet an der Erft bis in die Triasbucht von Commern.

Am Nordwestrande der Mulde, südlich von Wachendorf, sind die Schichten der Ohlesberg-, Hembüchel- und Kirspenicherstufe zu einer Spezialmulde gefaltet (siehe Karte).

Der nordöstliche Teil der Mulde besteht fast nur aus Schichten des unteren Mitteldevon. Ueber ihnen liegt am Watzenberg eine Restablagerung oberoligocänen Alters (Dittmann (3)). Weiter nördlich bedecken mehrere Meter mächtige diluviale Ablagerungen die Schichtköpfe des Mitteldevons.

Für den Wasserhaushalt der Nordosteifel ist die Sötenicher Mulde ebenso wichtig wie die Rohrer und Blankenheimer Mulde. Die Schichtfolge der Sötenicher Mulde unterscheidet sich stark von derjenigen der letzteren Mulden. Dieser Unterschied kommt auch hydrologisch zum Ausdruck. In der Rohrer und Blankenheimer Mulde zeichnet sich die ganze Gesteinsserie durch starke Klüftung, gute Wasseraufnahmefähigkeit und -Durchlässigkeit aus. Für die Sötenicher Mulde trifft das viel weniger zu. Hier wechseln durchlässige Mergelschiefer, Kalksandsteine und undurchlässige Schiefer, d. h. Wasserführer und Wasserstauer oft miteinander ab. Der wichtigste wasserführende Horizont ist der „Dolomit über der Girzenbergstufe". Infolge der großen Porosität der Sandsteine und der löcherigen Beschaffenheit des Dolomites werden die Niederschläge schnell aufgenommen und in die Tiefe fortgeleitet. Obwohl im „Dolomit über der Girzenbergstufe" öfters Schieferlagen auftreten, so sind doch nicht alle als Wasserstauer anzusehen. Insbesondere nicht die Schieferlagen von 1 m oder geringerer Mächtigkeit. Im „Dolomit über der Girzenbergstufe" sinken die Niederschläge im allgemeinen bis auf die Talsohle ab, wo sie durch das Alluvium ihren Weg in die Bäche nehmen. So erhält z. B. der Eschweiler Bach nirgends einen so großen Zufluß wie im „Dolomit über der Girzenbergstufe". Da, wo die unsichtbaren Quellenaustritte im Talboden gefaßt sind, sind sie so wasserreich, daß sie große Wasserwerke versorgen können.

Die in der Sötenicher Mulde auftretenden Quellen sind zum Teil Schicht-, zum Teil Spaltenquellen.

a) Schichtquellen.

Im „Dolomit über der Girzenbergstufe" habe ich folgende Quellen beobachtet:

Quelle
Nr. 27. An der Zingsheimer Mühle. Sch. am 8. 10. 29; M.L. 69,4; T. 9,4°. Ungefaßt, dient zum Betrieb der Mühle.
„ 28. 100 m südwestlich der Zingsheimer Mühle. Sch. am 8. 10. 29; M.L. 11,3; T. 13,6°. Ungefaßt.
„ 29. 500 m nordwestlich von Nöthen. Sch. nach Angabe. M.L. 500; T. 9,2°. Gefaßt vom Verbandswasserwerk Iversheim.
„ 30. 800 m südöstlich von Calcar am Calcarer Berg. Sch. nach Angabe; M.L. 555; T. 9,2°. Gefaßt von der Stadt Euskirchen.
„ 31. 500 m südwestlich von Urfey. Quelle des Veybaches. Sch. geschätzt; M.L. 500; Bachtemperatur 8,2°. Gefaßt von Mechernich.
„ 32. 700 m nordöstlich von Weyer. Quelle des Veybaches. Sch. geschätzt; M.L. 400—500; T. 8,6°. Ungefaßt.

Der südwestlich von der Kallmuther Störung gelegene Teil der Sötenicher Mulde ist auffallend arm an Quellen. Hier liegen nur die Quellen 27—28 und 31—32. Die letztere ist besonders interessant, weil sie bei hohem Grundwasserstand schon in Weyer austritt, während sie bei niedrigem Grundwasserstand, d. i. während der größten Zeit des Jahres, erst weiter talabwärts in dem breiten Trockentale, das sich von Zingsheim bis zu der etwa 4 km davon entfernten Ortschaft Dreimühlen hinzieht, südlich von Dreimühlen entspringt. Die Quelle 31 liegt gleichfalls am Ende eines 4 km langen Trockentales, das östlich von Keldenich herunterzieht. Kleinere Trockentäler sind außerdem noch bei Iversheim und Nöthen vorhanden.

Die Quellenarmut der Sötenicher Mulde südwestlich von der Kallmuther Störung beruht darauf, daß der Grundwasserspiegel in diesem Muldenteil so tief liegt, daß ihn selbst der tiefe Einschnitt des Urfttales nicht anschneidet. Die tiefe Lage des Grundwasserspiegels beruht auf einer Absenkung des Grundwasserspiegels, die erst in relativ junger geologischer Zeit erfolgt sein kann, wie die langen Trockentäler in diesem Muldenabschnitt beweisen. Die Absenkung läßt sich dadurch erklären, daß an der Kallmuther Störung sich noch bis in die jüngste Zeit tektonische Bewegungen abgespielt haben, die zu einer Absenkung des mittleren Teiles der Sötenicher Mulde, d. i. zwischen Kallmuther Störung und Antweiler Graben, führten. Hierdurch kamen die wasserführenden Schichten des mittleren Muldenteiles in ein tieferes Niveau. Da nun das Grundwasser im mittleren und südwestlichen Teil der Mulde in hydraulischer Verbindung steht, mußte sich der Grundwasserspiegel im südwestlichen Teil entsprechend absenken.

Der „Dolomit über der Girzenbergstufe“ wird zwischen Harzheim und Holzheim von einer Hauptbuntsandsteinscholle, deren Schichten mit 8° nach NO einfallen, diskordant überlagert. Beide Ortschaften besitzen Brunnen. Der 12 m tiefe Brunnen in Harzheim steht infolge der geringen Mächtigkeit des Hauptbuntsandsteins im „Dolomit über der Girzenbergstufe“ (Abb. 7), während die Brunnen in Holzheim (10) im Hauptbuntsandstein abgeteuft sind. Trotz der verschiedenen geologischen Stufen handelt es sich in den Brunnen von Harzheim und Holzheim um einen einheitlichen Wasserhorizont. Diese Annahme wird bestätigt durch folgende Härtegradbestimmungen:

Oberer Brunnen in Holzheim . .	23,55°
Unterer Brunnen in Holzheim . .	24,11°
Dorfbrunnen in Harzheim . . .	24,10°

Die Härtegrade stimmen so gut überein, daß die Annahme eines einheitlichen Wasserhorizontes für diese Brunnen berechtigt ist.

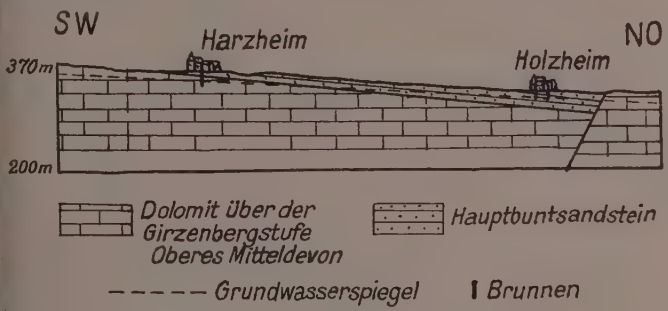


Abb. 7. Profil von Harzheim nach Holzheim.
Länge: 1 : 20 000. Höhe: 1 : 6800.

Die Schichten der Ohlesberg-, Hembüchel- und Kirspenicherstufe, die südlich von Wachendorf zu einer Spezialmulde eingefaltet sind, bilden einen von dem wasserführenden „Dolomit über der Girzenbergstufe“ unabhängigen Wasserhorizont. Aus diesem kommt nur die

Quelle

Nr. 33. In Wachendorf. Sch. am 16. 10. 29; M.L. 83,3; T. 10°. Ungefaßt.

Nordöstlich vom Antweiler Graben treten in den diluvialen Ablagerungen, die die Schichtenköpfe des Mitteldevons bedecken, zwei Quellen aus, deren Wasser jedenfalls aus dem

Mitteldevon stammt, jedoch ist nicht festzustellen, aus welcher Stufe des Mitteldevons es kommt. Es sind dies:

Quelle
Nr. 34. 100 m südwestlich von Kirchheim. Sch. am 28. 10. 29; M.L. 46,3; T. 11,3°. Ungefaßt.
„ 35. 200 m südwestlich Kirchheim. T. 13°. Gefaßt vom Verbandswasserwerk Iversheim. Sch. (nach Angaben des Betriebsführers Blindert):

320	M.L.	Dezember 1918
400	„	Februar 1919
360	„	Am 29. 7. 1920
350	„	„ 2. 8. 1920
320	„	„ 1. 9. 1920
350	„	„ 25. 3. 1921
300	„	„ 16. 6. 1921
250	„	„ 28. 9. 1921
300	„	„ 1922
300	„	„ 26. 3. 1923

β) Spaltenquellen.

In der Sötenicher Mulde treten nur an der Kallmuther Störung Spaltenquellen auf. Die in den kalkigen Schichten des Mitteldevons zirkulierenden Wässer stauen sich hier an dem undurchlässigen Unterdevon, steigen an der Verwerfung auf und treten auf dieser als Quellen aus. Schon an ihrer Anordnung auf einer geraden Linie (siehe Karte) sind sie als Spaltenquellen zu erkennen. Es treten aus:

Quelle
Nr. 36. (Abb. 8.) 800 m südöstlich von Kallmuth. Sch. am 20. 12. 29; M.L. 86,4; T. 9,2°. Ungefaßt.

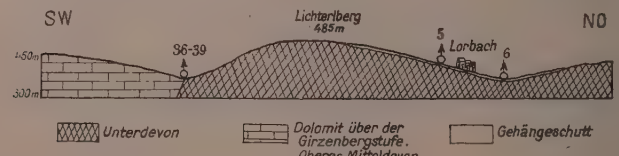


Abb. 8. Profil von der Höhe 451 zum Lichtereberg. 1 : 6250.

Quelle
Nr. 37. 800 m südöstlich Kallmuth. Sch. am 20. 12. 29; M.L. 31,7; T. 8,8°. Ungefaßt.
„ 38. 1000 m südöstlich Kallmuth. Sch. am 20. 12. 29; M.L. 79,4; T. 8,4°. Ungefaßt.
„ 39. 1200 m südöstlich Kallmuth. Sch. am 20. 12. 29; M.L. 43,9; T. 8,6°. Ungefaßt.

Aus den obigen Angaben über die Quellen in der Sötenicher Mulde ist ersichtlich, daß die Schüttung dieser Quellen nach den vorliegenden, allerdings unvollständigen Beobach-

tungen zwischen 11,3 und 555 M. L. schwankt. Die meisten Quellen liefern mehr als 50 cbm täglich und können somit im Bedarfsfalle, soweit sie noch nicht gefaßt sind, zur Versorgung der Gemeinden dienen.

Die Temperaturen der Quellen schwanken zwischen 8,6° und 13,6°. Soweit Temperaturen gemessen wurden, die wesentlich über der mittleren Jahrestemperatur der Luft liegen, sind sie dadurch zu erklären, daß die Wässer auf eine längere Strecke im Gehängeschutt bzw. im diluvialen Lehm unmittelbar unter der Oberfläche zirkulieren.

Chemische Analysen liegen leider nur von den Quellen 29 und 30 vor. Diese haben ergeben:

	Quelle Nr. 29 Analyse vom 30. 10. 28 nach Selter, Bonn.	Quelle Nr. 30 Analyse vom 26. 1. 25 nach Kiskalt, Bonn.
Cl :	31,4 mg. i. L.	24 mg. i. L.
Fe :	0,3 " "	— — —
Deutsche Härte :	15,92°	14,9°
Keimzahl :	4 in 1 ccm	3 in 1 ccm

Die Wasserführung des Antweiler Grabens wird weiter unten besprochen.

Hydrologischer Vergleich der Rohrer, Blankenheimer und Sötenicher Mulde.

Die Blankenheimer und Rohrer Mulde sind zweifellos relativ wasserreicher als die Sötenicher Mulde. Das ergibt sich zunächst schon aus der auffallenden Tatsache, daß in dem großen Gebiete der Sötenicher Mulde nur ein einziger größerer Bach, der Veybach, entspringt, während sonst nur der Eschweiler Bach hier noch einen wesentlichen Zufluß erhält. Auch die Zahl der beobachteten Quellen ist in der Sötenicher Mulde geringer, nämlich 11, als in der Rohrer und Blankenheimer Mulde, wo 17 Quellen festgestellt wurden, obschon der südwestliche Teil der Sötenicher Mulde mit einem Areal von ca. 85 qkm das ca. 40 qkm umfassende Gebiet der Rohrer und Blankenheimer Mulde an Größe weit übertrifft. Summiert man ferner die Gesamtschüttungsmenge sämtlicher Quellen des südwestlichen Teiles der Sötenicher Mulde und vergleicht sie mit der Gesamtschüttungsmenge der Quellen der Rohrer und Blankenheimer Mulde, so erhält man für die Sötenicher Mulde trotz ihres viel größeren Flächeninhaltes eine geringere Schüttungsmenge als für die Rohrer und Blankenheimer Mulde zusammen, nämlich 2360 M. L. für die Sötenicher Mulde und 2814 M. L. für die Rohrer und Blanken-

heimer Mulde. Natürlich beruhen die Zahlen zum Teil nur auf Schätzungen, da wir über die Schüttung der Quellen nicht genügend vollständige Beobachtungen besitzen. Sie dürften aber soweit richtig sein, daß sie den relativ großen Wasserreichtum der Rohrer und Blankenheimer Mulde beweisen.

Diese Tatsache beruht im wesentlichen auf den oben beschriebenen, ziemlich starken petrographischen Unterschieden der Gesteine in der Sötenicher Mulde einerseits und in der Blankenheimer Mulde andererseits. Indessen dürfte hierin wohl nicht die einzige Ursache dieser Erscheinung zu suchen sein. Offenbar sind auch die Verschiedenheiten in der Oberflächenbeschaffenheit, der Gehängeschuttausbildung und der Vegetation Faktoren von nicht zu unterschätzender Bedeutung. In der Rohrer und Blankenheimer Mulde sind die Täler nur wenig tief eingeschnitten. Die flachen Talhänge sind überall stark mit Gehängeschutt bedeckt. In der Sötenicher Mulde bilden die Täler tiefe Einschnitte, die Talhänge sind steil und zumeist ganz oder fast frei von Gehängeschutt. Die Vegetation ist zwar in allen drei Mulden ziemlich dürftig, aber in der Rohrer und Blankenheimer Mulde entschieden reicher als in der Sötenicher Mulde. Während das Gebiet der ersteren Mulden zum Teil bewaldet ist, treffen wir in der Sötenicher Mulde nur Heckensträucher und niedriges Buschwerk an. Von diesen Faktoren ist die Versickerung in starkem Maße abhängig. In der Tat bemerkt man auch, daß in der Sötenicher Mulde nach jedem Regen die Bäche stark anschwellen, was auf eine geringe Versickerung hinweist, während die Schüttung nach starken Niederschlägen kaum zunimmt. In der Blankenheimer und Rohrer Mulde wirkt der von Wald bestandene und auf flachen Talhängen liegende kalkige Gehängeschutt einem raschen Abflusse der Niederschläge entgegen, wodurch die Versickerungsmenge entsprechend steigt. Auch die Quellen reagieren hier deutlich in ihrer Schüttung auf starke Niederschläge.

So sehr sich die genannten drei Mulden geo-hydrologisch auch unterscheiden, so ist doch allen gemeinsam, daß auf den zahlreichen Längs- und Querverwerfungen, an denen Kalkstein und Dolomit aneinanderstoßen, keine Quellen austreten. Diese Verwerfungen wirken nicht wasserabdichtend. Da, wo wenig mächtige, undurchlässige Mergel- oder Schieferbänke in die Kalksteine oder Dolomite eingelagert sind, bewirken diese nur ein geringes Ansteigen des Grundwasserspiegels bis zur nächsten wasserdurchlässigen Schicht, in der das Grundwasser dann weiter fließen kann. Obschon manche

Verwerfungsklüfte mit kalkig-tonigem Material ausgefüllt sind, so scheinen auch diese für die unterirdische Wasserzirkulation kein Hemmnis zu bilden. Nur dort, wo das undurchlässige Unterdevon an Kalkstein oder Dolomit anstößt, treten in den drei Mulden Spaltenquellen aus.

c) Trias.

An die Sötenicher Mulde schließt sich im Nordwesten als eine fast vollkommen geschlossene Decke das große Gebiet der Trias an, das hier den Nordostabfall der Eifel bildet. In dieser kommt Unterdevon nur auf einem kleinen Komplexe im Bleibachtale oberhalb Commern zutage. Dieses besteht aus einer feinkörnigen, rötlichen Grauwacke, die zur bergischen Facies der Oberkoblenzschichten gehört. Im Süden bei Sötenich und Dottel greift die Trias diskordant etwas auf das Mitteldevon der Sötenicher Mulde über, im Westen an der Urft und Roer liegt sie auf der aus Tonschiefern und Sandsteinen bestehenden Rotschieferfacies der Unterkoblenzschichten. Kleinere Reste der Triasdecke liegen bei Harzheim und Holzheim auf Mitteldevon und bei Rißdorf und südlich Katzfey auf Unterdevon.

Die Trias wird in diesem Gebiete von Blanckenhorn (1) wie folgt gegliedert:

Keuper ca. 50 m	Rhät	½—3 m
	Steinmergelkeuper	17—18 „
	Salzkeuper	18 „
	Grenzdolomit	
	Bunte Mergel mit Schieferletten	16 „
	Unterer Dolomit	
Muschelkalk 80—90 m	Oberster Muschelkalk (Aequivalent der Nodosenschichten)	12—15 „
	Trochitenkalk	12 „
	Linguladolomit	5 „
	Bunte Mergelschiefer	15—20 „
	Oberer Muschelsandstein	
	Zone mit Myophoria orbicularis	30—40 „
	Unterer Muschelsandstein	
Buntsandstein ca. 180 m	Oberer Buntsandstein	60—80 „
	Hauptbuntsandstein	100—120 „

1. Hauptbuntsandstein.

Der Hauptbundsandstein besteht aus einer wechselnden Folge von Konglomeraten und Sandsteinen. Die Komponenten der Konglomerate sind verschieden groß und erreichen im Durchmesser oft 40 cm. Sie bestehen hauptsächlich aus Quarziten, Sandsteinen und Grauwacken des Unterdevon. Das Bindemittel ist sandig-tonig, oft eisenschüssig, weshalb die Konglomerate fast überall eine rötliche bis braune Farbe besitzen. Mit den Konglomeraten wechseln grobkörnige Sandsteine, die mit Ausnahme der hellen, Bleiglanzführenden Knottensandsteine rot gefärbt sind. Das Bindemittel der roten Sandsteine ist kieselig-tonig, während ein solches in den weißen Knottensandsteinen fast völlig fehlt. Die Knottensandsteine sind daher mürbe und in der Hand leicht zerreiblich. Die Mächtigkeit der Konglomerate wie auch der Sandsteinlagen und Knottenerzflöze ist großen Schwankungen unterworfen. Während am Griesberg bei Commern nur eine wenige Meter mächtige Konglomeratbank das Unterdevon überlagert, trifft man im Roertal zahlreiche Konglomeratbänke, die mit oft auskeilenden Sandsteinlagen wechsellagern, in einer Gesamtmächtigkeit von 60—80 m an.

Die von zahlreichen Längs- und Querverwerfungen durchsetzten Triasschichten fallen zumeist mit 8°—12° nach NO ein.

Alle Gesteine des Hauptbuntsandsteins sind nach dem Gesagten porös und gut wasserdurchlässig. Eine wasserstauende Schicht ist in dieser Serie nicht eingelagert. Es bildet sich daher ein Wasserhorizont erst über dem undurchlässigen Unterdevon in der das Unterdevon überlagernden Konglomeratbank des Hauptbuntsandsteins aus. Die geologische Grenze zwischen diesen beiden Stufen ist oft von Verwitterungsschutt der steilen Konglomeratfelsen des Hauptbuntsandsteins bedeckt, aber überall da leicht festzustellen, wo Quellen auf dieser Grenze austreten.

Die aus dem Hauptbuntsandstein entspringenden Quellen lassen sich in folgende Gruppen einteilen:

a) Quellengruppe von Commern-Satzvey-Mechernich.
b) Quellengruppe an der Urft und Roer.
c) Quellengruppe bei Rißdorf.
d) Quellengruppe südöstlich von Scheven.

a) Zu der Quellengruppe von Commern-Satzvey-Mechernich gehören folgende Quellen:

Quelle
Nr. 40. 600 m südwestlich von Commern, im Hackental. Sch. am 15. 3. 29; M.L. 13,1; T. 8,9°. Ungefaßt.
„ 41. 650 m südwestlich von Commern, im Hackental. Sch. am 15. 3. 29; M.L. 38,1; T. 8,9°. Gefaßt von den Gemeinden Commern und Gehn.
„ 42. (Abb. 9.) 750 m südwestlich von Commern, am Theißenberg. Sch. am 15. 3. 29; M.L. 20; T. 8,6°. Gefaßt von den Gemeinden Commern und Gehn.

Abb. 9. Profil vom Griesberg bei Commern zum Rotbachtal. M. 1 : 6250.

Quelle
Nr. 43. (Abb. 9.) 800 m südwestlich von Commern, am Reifelspützchen. Sch. am 15. 3. 29; M.L. 31; T. 8,6°. Gefaßt von den Gemeinden Commern und Gehn.
„ 44. 300 m nordwestlich von Katzfey im Klingelsiefen. Sch. am 20. 8. 29; M.L. 16,6; T. 10,6°. Ungefaßt.
„ 45. 200 m westlich von Katzfey am Hahnenberg. Sch. am 20. 8. 29; M.L. 26,4; T. 9,4°. Ungefaßt.
„ 46. 2000 m südlich von Katzfey. Sch. am 21. 8. 29; M.L. 20,1; T. 8,9°. Gefaßt von der Burgfeyer Mühle.
„ 47. In Mechernich an der Kier. Sch. am 22. 8. 29; M.L. 17,3; T. 11°. Ungefaßt.
„ 48. 500 m südöstlich von Schaven. Sch.? T.? Gefaßt von den Gemeinden Firmenich und Obergartzem.

Die genannten Quellen treten sämtlich aus der die Grauwacken des Oberkoblenz diskordant überlagernden Konglomeratbank des Hauptbuntsandsteins aus.

b) Quellengruppe an der Urft und Roer.

Das bei Commern im allgemeinen nur wenige Meter mächtige Konglomerat des Hauptbuntsandsteins nimmt nach Westen immer mehr an Mächtigkeit zu und erreicht im Roertale, wie oben schon gesagt, eine Mächtigkeit von 60 bis 80 m, und zwar ist hier die Mächtigkeit im Süden geringer als im Norden. Auch sind im Süden die Konglomerate stark verwittert. Infolgedessen besitzen sie hier eine weißliche Färbung statt der üblichen Rotfärbung und sind auch stärker gelockert, was die Versickerung der Niederschläge befördert. Daher zeigen die Quellen, die aus den kleinen Erosionsresten

des Hauptbuntsandsteinkonglomerates auf der linken Urftseite zwischen Sötenich und Gemünd auf der Grenze von Unterdevon und Trias austreten, zu verschiedenen Jahreszeiten stark schwankende Schüttungen. Hierher gehören:

Quelle Nr. 49. 500 m westlich Sötenich. Sch. am 24. 8. 29; M.L. 118; T. 7,8°. Gefaßt von der Gemeinde Sötenich.

„ 50 u. 51. 1500 m westlich Sötenich. Sch. (beider Quellen) am 24. 8. 29; M.L. 187,5; T. 10,4°. Gefaßt von der Gemeinde Golbach.

„ 52. (Abb. 10.) 2000 m südöstlich Gemünd, im Klingelsiefen. T. am 11. 9. 29 8,7°. Gefaßt von der Stadt Gemünd. Sch.:

M.L.	am:
42,3	13. 6. 27
37,9	31. 5. 28
25,6	8. 10. 28
23,9	29. 1. 29
21,4	21. 8. 29
22,2	11. 9. 29

Quelle Nr. 53. Im Klingelsiefen, 50 m westlich von Nr. 52 entfernt. T. am 11. 9. 29 8,7°. Gefaßt von der Stadt Gemünd. Sch.:

M.L.	am:
65,4	13. 6. 27
71,8	31. 5. 28
55,4	8. 10. 28
47,9	29. 1. 29
50,0	21. 8. 29
51,4	11. 9. 29

„ 54. Im Klingelsiefen, 250 m westlich von Nr. 52 entfernt. T. am 11. 9. 29 8,8°. Gefaßt von der Stadt Gemünd. Sch.:

M.L.	am:
27,1	13. 6. 27
22,5	31. 5. 28
13,2	8. 10. 28
13,8	29. 1. 29
11,7	21. 8. 29
23,1	11. 9. 29

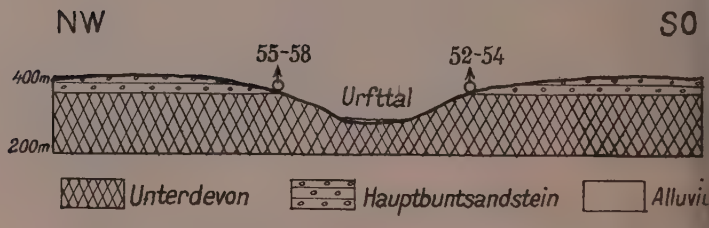


Abb. 10. Profil durch die Quellen im Klingelsiefen und der Seebrich bei Gemünd. Länge: 1 : 20 000. Höhe: 1 : 1.

Quelle Nr. 55. (Abb. 10.) In der Seebrich auf der rechten Seite der Urft, 1500 m östlich von Gemünd. T. am 12. 9. 29 9,2°. Gefaßt von der Stadt Gemünd. Sch.:

M.L.	am:
47,9	13. 6. 27
23,9	31. 5. 28
23,9	8. 10. 28
27,0	29. 1. 29
22,5	21. 8. 29
24,7	12. 9. 29

Quelle Nr. 56. In der Seebrich auf der rechten Seite der Urft, 1500 m östlich von Gemünd. T. am 12. 9. 29 8,5°. Gefaßt von der Stadt Gemünd. Sch.:

M.L.	am:
102,8	13. 6. 27
80,0	31. 5. 28
60,5	8. 10. 28
65,6	29. 1. 29
54,9	21. 8. 29
55,5	12. 9. 29

„ 57. In der Seebrich auf der rechten Seite der Urft, 1500 m östlich von Gemünd. T. am 12. 9. 29 8,4°. Gefaßt von der Stadt Gemünd. Sch.:

M.L.	am:
14,3	13. 6. 27
6,6	31. 5. 28
6,6	8. 10. 28
11,0	29. 1. 29
5,7	21. 8. 29
5,5	12. 9. 29

„ 58. In der Seebrich auf der rechten Seite der Urft, 150 m östlich von Nr. 57. T. am 12. 9. 29 8,8°. Gefaßt von der Stadt Gemünd. Sch.:

M.L.	am:
35,9	13. 6. 27
16,6	31. 5. 28
7,2	8. 10. 28
20,1	29. 1. 29
18,7	21. 8. 29
21,3	12. 9. 29

In allen Quellen war in den Jahren 1927—29 eine Abnahme der Schüttung festzustellen. Dies hatte seinen Grund in der schlechten Fassung der Quellen. So stieg denn auch bei einer erneuten Fassung der Quelle Nr. 54 ihre Schüttung auf das Doppelte an, d. h. sie erreichte ihre frühere Schüttung (siehe betreffende Tabelle). Die Löcher der Sickerrohre und diese selbst waren vollkommen verschlammt, so daß ein großer Teil des Wassers neben den Fassungen austreten mußte.

An der Grenze des Hauptbuntsandsteinkonglomerates gegen das Unterdevon in nördlicher Richtung weiterschreitend, trifft man folgende Quellen an:

Quelle
Nr. 59. Im Wolfgartener Tal, 3000 m südwestlich von Hergarten. Sch.? T? Ungefaßt.
„ 60. Im Wolfgartener Tal, 150 m nordöstlich von Nr. 69. Sch. am 6. 4. 29; M.L. 62,5; T. 8,3°. Gefaßt von den Gemeinden Düttling und Hergarten.
Nr. 61. Im Hillbachtale, 500 m östlich von Heimbach. Sch. am 29. 8. 29; M.L. 194; T. 9,6°. Gefaßt von dem Luftkurort Heimbach.
„ 62. Unter der Schulhofsmauer in Hausen. Sch. am 29. 8. 29; T. 10°. Ungefaßt.
„ 63. 500 m nordwestlich von Hausen an der Straße Hausen—Abenden. Sch. am 29. 8. 29; M.L. 486; T. 10,2°. Ungefaßt.
„ 64. 400 m östlich Abenden. Sch. am 30. 8. 29; M.L. 1000; T. 9,6°. Gefaßt von der Gemeinde Abenden.
„ 65. 800 m nordöstlich von Abenden. Sch. am 1. 9. 29; M.L. 102; T. 9,2°. Ungefaßt.
„ 66. 1000 m südlich von Nideggen. Sch. am 1. 9. 29; M.L. 192; T. 10°. Gefaßt von der Gemeinde Nideggen.

Die Quellen der Gruppe b treten alle aus dem Konglomerat über den Sandsteinen und Tonschiefern der Rotschieferfacies des Unterkoblenz aus. Es sind sämtlich Schichtquellen. Die meisten entspringen allerdings nicht genau auf der Grenze von Hauptbuntsandstein und Unterdevon, sondern etwas tiefer im Gehängeschutt, der sich unter den steilen Felswänden aufgehäuft hat. Die meisten Quellen sind daher als unechte Schuttquellen im Sinne von Keilhack (10) zu betrachten. Werden solche Quellen wie die Quelle 63 in Abenden im Schutt gefaßt, so erfaßt man nicht die gesamte Wassermenge.

c) Quellengruppe bei Rißdorf.

Die kleine Hauptbuntsandsteinscholle bei Rißdorf enthält nur noch wenige und wenig mächtige Konglomeratbänke. Dafür treten hier grobkörnige, weißgraue Sandsteine mit einem kieseligen Bindemittel auf. Sie werden südlich von Rißdorf gebrochen und zum Häuserbau verwandt. Infolge des großen Porenvolumens und dem breiten Ausstrich an der Oberfläche sind sie wasserreich. Sie speisen:

Quelle
Nr. 67. In Rißdorf. Sch. am 4. 9. 29; M.L. 45,1; T. 9,4°. Gefaßt von mehreren Einwohnern Rißdorfs.
„ 68. 1000 m nördlich von Rißdorf. Sch. am 4. 9. 29; M.L. 55,5; T. 10°. Gefaßt von der Gemeinde Lessenich.

d) Quellengruppe südöstlich von Scheven.

Wo das Konglomerat von Knottenflözen überlagert wird, enthalten auch diese große Mengen Wasser. Das ist der Fall bei den Quellen:

Quelle
Nr. 69. 100 m nördlich von Dottel. Sch. am 2. 9. 29; M.L. 41,6; T. 8,6°. Gefaßt von der Gemeinde Dottel.
„ 70 u. 71. 800 m östlich von Scheven auf dem „unsicheren Boden" an der Rabenley. Sch. am 2. 9. 29; M.L. 118; T. 9,8°. Gefaßt von den Gemeinden Scheven, Calenberg und Wallenthal.

Ferner werden in den Mechernicher Bergwerken das Konglomerat und die Knottenflöze durch den Burgfeystollen entwässert, der nach den Angaben des Betriebführers Roggendorf 400 M. L. fortführt.

Schließlich ist noch eine kleine Quelle zu erwähnen, die erst durch den Bergbau geschaffen worden ist. Es ist die Quelle 72 am Bahnwärterhäuschen südwestlich von Strempt. Sie tritt am Fuße einer Halde aus, die aus den Aufbereitungsrückständen der Knottenerze besteht.

Die Schüttung der Quellen im Hauptbuntsandstein bewegt sich zwischen 5,5 M. L. der Quelle 57 und 1000 M. L. der Quelle 64. Sieht man von den geringen Schüttungen der schlecht gefaßten Quellen der Stadt Gemünd ab, so beträgt die Schüttung sämtlicher Quellen im Durchschnitt 50 cbm und mehr pro Tag. Die gemessenen Quellentemperaturen schwanken zwischen 8,3° und 11°. Die unechten Schuttquellen und die Quellen, die aus den Erosionsresten westlich der Urft kommen, erwiesen sich als etwas höher temperiert, weil sie im Sommer gemessen wurden.

Chemische Analysen liegen nur von den Quellen Nr. 42, 43, 50, 58 und 61 der Gruppen a und b vor. Sie charakterisieren sämtliche Wässer als auffallend weiche, was nach der petrographischen Beschaffenheit des Hauptbuntsandsteins zu erwarten war (Härte 0,8°—2,6°). Ebenso ist der Gehalt an Chloriden gering. Den höchsten Chlorgehalt zeigte die Quelle 42 mit 18,8 mg. i. L., während die Quelle 50 nur 1,4 mg. i. L. aufwies. Außer Chloriden enthalten die genannten Quellen keine anderen Substanzen in Lösung. Die Quelle 50 besitzt auch den geringsten Härtegrad. Das hängt offenbar mit der starken Verwitterung der Konglomerate an der Urft, die fast vollkommen ausgelaugt sind, zusammen.

Für die Wasserversorgung sind die Wässer des Hauptbuntsandsteins als Trink- und Gebrauchswässer sehr gut geeignet. Gleichwohl ist eine große Zahl dieser Quellen noch

nicht gefaßt, nicht einmal dort, wo sie mit geringen Kosten zur Wasserversorgung benutzt werden könnten.

2. Oberer Buntsandstein.

Der obere Buntsandstein setzt sich aus Sandsteinen, tonigen Sandsteinen, Letten und Schieferletten, die vielfach miteinander wechsellagern, zusammen. Konglomerate fehlen im Gegensatz zum Hauptbuntsandstein fast völlig oder treten jedenfalls sehr stark zurück. Er unterscheidet sich ferner vom Hauptbuntsandstein durch deutlichere Schichtung, die vorwiegend tonige, oft auch dolomitische Beschaffenheit des Bindemittels, und durch eine mildere, hellrote (statt ziegelrote) Farbe. Das vollständigste bisher bekannte Profil ist am Wege Glehn—Eicks aufgeschlossen. Schon Blanckenhorn (1) hat hier folgende Schichtfolge von oben nach unten beobachtet:

1,50—2,00	m	roter, mittel- bis grobkörniger Sandstein mit kieselig-tonigem Bindemittel.
0,10	m	rotbraune, sandige Schieferletten.
0,45—0,5	m	roter, mittel-grobkörniger Sandstein wie oben.
0,70	m	bunte, eisenschüssige, tonige Sandsteinschiefer.
2	m	dunkler, feinkörniger, bunter Sandstein, nach oben geschiefert.
1,70	m	tonig-dolomitische, weißpunktierte, bunte Sandsteine mit rotbraunen Flecken, oben mit viel Geröllen.
0,35	m	eisenschüssige und tonige Sandsteine mit Geröllen, dolomitische Partien und Drusen von Eisenspat, rhomboedern.
0,25	m	lose Geröllelage, sich auskeilend und dann durch schiefrige Sandsteine ersetzt.
1	m	grauer, weißpunktierter und hell gefleckter roter Sandstein, grob-feinkörnig.
0,10	m	tonig, eisenschüssige Sandsteinschicht.
2,75	m	rote Sandsteine, oben fein, unten grobkörnig, mit einzelnen Geröllen und Konglomeratlagen von 10 cm, die sich auskeilen.
1	m	lockeres Konglomerat.
1	m	grobkörniger Sandstein.

Die angeführte Schichtenfolge entspricht der unterste Partie des oberen Buntsandsteins. In den höheren Schichten werden die Sandsteine dickbankiger. Bei Hergarten erreichen sie in einem Steinbruch 2 m Mächtigkeit. Ebenso werden die Schieferletten nach oben zu mächtiger.

Die Schichten des oberen Buntsandsteins fallen im allgemeinen ebenso wie diejenigen des Hauptbuntsandsteins flach nach Norden oder Nordosten ein. Der Einfallwinkel übersteigt selten mehr als 12°. Auch der obere Buntsand

ein ist von zahlreichen Längs- und Querverwerfungen rchzogen, von denen einige für das Auftreten von Quellen chtig sind.

Als Wasserführer kommen hauptsächlich die mächti- ren Sandsteinbänke in Betracht, während die Lettenlagen asserstauer sind. Infolge des oftmaligen Wechsels von ndstein- und Lettenlagen kommt es zur Ausbildung meh- rer Wasserhorizonte übereinander, deren Zahl allerdings ark wechselt.

Von den vielen Quellen des oberen Buntsandsteins sind e meisten an Spalten gebunden. Einige Spaltenquellen erden schon von Blanckenhorn (1) erwähnt. Schichtquellen nd viel seltener. Sie sind im Gebiete des oberen Buntsand- eins regellos verstreut und treten meist in den Talein- hnitten aus.

Schichtquellen.

Folgende Quellen sind als Schichtquellen anzusehen:

elle
r. 73. 1500 m südwestlich von Schützendorf. Sch. am 10. 9. 29; M.L. 45,1; T. 8,6°. Gefaßt von der Gemeinde Lückerath.
74. Mitten im Dorfe Schützendorf. Sch. am 8. 9. 29? T. 11,6°. Ungefaßt.

In der näheren Umgebung der letzteren Quelle hat die emeinde Schützendorf auch mehrere Brunnen abgeteuft.

Brunnen	Tiefe	Wasserstand (von der Brunnensohle) am 8. 9. 29	Temp. am 8. 9. 29
I	5 m	2,60 m	11,4°
II	5 „	3 „	11,6°
III	5 „	2,50 „	10,8°
IV	7 „	2 „	11,4°

Abb. 11 zeigt die gegenseitige Lage dieser Brunnen und eren Verhältnis zur Quelle 74:

Abb. 11. Profil durch die Brunnen von Schützendorf. Länge: 1 : 5000. Höhe: 1 : 1600.

Quelle
Nr. 75. 200 m westlich von Bleibuir. Sch. am 22. 9. 29; M.L. 486,1; T. 11°. Gefaßt von der Gemeinde Bleibuir..
„ 76. Im Kammertal südwestlich von Bergbuir. Sch. am 23. 9. 29; M.L. 104,1; T. 10,8°. Gefaßt von der Gemeinde Bergbuir.
„ 77 u. 78. 800 m südwestlich Glehn im Laubergraben. Sch. am 4. 4. 29; M.L. 312,4; T. 8,6°. Gefaßt vom Gruppenwasserwerk Eicks.
„ 79. 1200 m südwestlich von Hostel. Sch. am 7. 4. 29; M.L. 55,5; T. 8,8°. Ungefaßt.
„ 80. 1500 m nordöstlich von Glehn, bestehend aus sechs Einzelquellen (a—f). Sch. zusammen am 14. 9. 29; M.L. 1000 (geschätzt); T. 8,6°—9°. Ungefaßt. Der Wasserführer tritt hier in einer Breite von 60 m an die Oberfläche und verursacht die Versumpfung des umgebenden Geländes.

Daß im oberen Buntsandstein mehrere Wasserführer übereinander vorhanden sind, zeigen am besten die Quellen von Hergarten, und zwar:

Quelle
Nr. 81. (Abb. 12.) Am Jachberg in 380 m Höhe, 700 m südöstlich von Hergarten. Sch. am 10. 4. 29; M.L. 10,4; T. 5,6°. Ungefaßt.

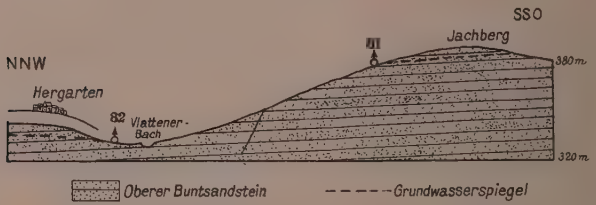


Abb. 12. Profil durch die Quellen bei Hergarten.
Länge: 1 : 6250. Höhe: 1 : 1000.

Im Dorfe Hergarten selbst ist ein anderer, bedeutend mächtigerer Wasserführer vorhanden. Aus ihm entspringt die
Nr. 82. Am Nordostende von Hergarten im Tale des Vlattener Baches, 330 m üb. N.N. Sch. am 10. 4. 29; M.L. 69.4; T. 8,6°. Wassertemperatur im nur 2 m davon entfernten Vlattener Bach 5,2°. Ungefaßt.

In diesem Wasserführer, der von Quelle 82 nordöstlich Brunnen V in Hergarten von 330 m auf 335 m anstieg, stehen auch die Brunnen in Hergarten (Abb. 13), deren Untersuchung am 10. 4. 29 ergab:

Brunnen	Tiefe	Wasserstand (von der Brunnensohle)	Temp.
I	16 m	2 m	8,6°
II	11 „	3 „	8,5°
III	9 „	1,5 „	8,6°
IV	7 „	1,5 „	8,6°
V	8 „	2 „	8,8°

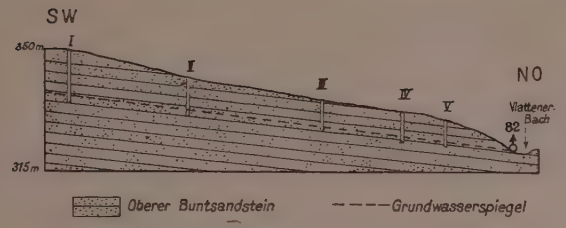


Abb. 13. Profil durch die Brunnen von Hergarten.
Länge: 1 : 5000. Höhe: 1 : 500.

Quelle
Nr. 83. 500 m südwestlich von Vlatten. Sch. am 12. 4. 29; M.L. 83,3; T. 8,6°. Ungefaßt.
„ 84. 8 m neben Quelle 83. Sch. am 12. 4. 29; M.L. 118; T. 8,6°. Gefaßt von der Gemeinde Vlatten.
„ 85 u. 86. Im Burgpark zu Obervlatten. Sch. am 14. 4. 29; M.L. 173,6; T. 7,8°. Gefaßt von der Gemeinde Wollersheim.

Diese Schichtquellen treten alle in den unteren Lagen des oberen Buntsandsteins auf. Sie weisen Schüttungen von 10.4 M. L. (Quelle 81) und 486,1 M. L. (Quelle 75) auf. Die Schüttung ist deutlich abhängig von den Einzugsgebieten der Quellen und der Mächtigkeit der Wasserführer (siehe Abb. 12 u. 13). Bei den meisten Quellen ist die Temperatur bemerkenswert konstant (8°—9°). Sie entspricht ziemlich genau der mittleren Jahrestemperatur der Luft des betreffenden Gebietes.

Die chemische Untersuchung beschränkte sich bisher auf die Schichtquellen 76, 77, Analytiker: Scherpke, Düren, und 78, Analytiker: Selter, Bonn. Danach sind diese Quellen durch einen Chlorgehalt von 14,16 bzw. 17,7 mg. i. L. ausgezeichnet. Quelle 76 zeigte auch einen Sulfatgehalt von 6 mg. i. L. Die Härtegrade der Wässer betragen 3,1°, 9°, bzw. 12°. Der Unterschied in der Härte erklärt sich dadurch, daß das Bindemittel der wasserführenden Sandsteinbänke von der Hauptbuntsandsteingrenze gegen die Muschelkalkgrenze immer kalkiger wird.

Spaltenquellen.

Im oberen Buntsandstein lassen sich zwei verschiedene Typen von Spaltenquellen unterscheiden. Der eine kommt dadurch zustande, daß undurchlässige Schichten an einer Verwerfung an durchlässige anstoßen, der andere dadurch, daß an die Verwerfung angrenzende Gesteinspakete zwar durchlässig sind, die Verwerfung selbst aber mit tonigem

Material ausgefüllt ist und so eine ungehinderte Wasserzirkulation verhindert.

Zum ersten Typus gehören die Quellen auf der Holzheimer und auf der Vlattener Verwerfung. Die Holzheimer Verwerfung streicht in nordwestlicher Richtung aus dem Unterdevon durch die Sötenicher Mulde an Holzheim, Mechernich und Commern vorbei auf Eicks zu. Die Vlattener Verwerfung streicht von der alten Grube „Klara Franziska" an der Waad vorbei, durchkreuzt das Mählenbachtal und erreicht noch Eicks, wo sie sich anscheinend mit der ersteren vereinigt. Beide werden von einer Querverwerfung gekreuzt, der das Mählenbachtal folgt.

Die Holzheimer Verwerfung ist im Unterdevon nicht mehr nachzuweisen, da es hier an genügenden Aufschlüssen fehlt. Nur da, wo der Hauptbuntsandstein an den oberen Buntsandstein stößt, ist sie im Gelände leicht zu erkennen. Dies ist der Fall am Griesberg, Hofberg bis Eicks. Von Eicks bis Floisdorf verläuft sie im oberen Buntsandstein. Hier ist sie nicht mehr direkt nachweisbar, aber durch das Auftreten von Quellen doch deutlich gekennzeichnet.

Auf der Holzheimer Verwerfung treten folgende Quellen aus:

Nr. 87. Am Wege Commern—Mechernich unterhalb des Griesberges. Sch. am 25. 3. 29; M.L. 71,9; T. 8,4°. Gefaßt von den Gemeinden Commern und Gehn.
„ 88. Am oberen Ende von Commern rechts der Straße Commern—Mechernich. Sch. am 24. 3. 29; M.L. 10,3; T. 7,2°. Ungefaßt.
„ 89. 20 m westlich von der vorigen aus entfernt. Sch. am 24. 3. 29; M.L. 13,8; T. 6,8°. Ungefaßt.
„ 90. Oberhalb der Brücke in Eicks. Sch. am 28. 3. 29; M.L. 29,1; T. 8,6°. Gefaßt von der Burg Eicks.
„ 91. Unterhalb der Kirche in Eicks. Sch. am 28. 3. 29; M.L. 48,5; T. 8,4°. Gefaßt als Dorfbrunnen.

An dem Verhalten der Quelle 91 und eines 8 m östlich davon befindlichen Hausbrunnens läßt sich zeigen, daß die Quelle 91 eine Spaltenquelle ist. In diesen Hausbrunnen werden die Abwässer der Hauswirtschaft und sonstiger Unrat geleitet. Trotz der starken Verunreinigung desselben ist das Wasser des Dorfbrunnens (Quelle 91) einwandfrei, was unmöglich wäre, wenn eine hydraulische Verbindung zwischen den beiden Brunnen bestünde. Nur im Frühjahr, wenn der Wasserspiegel des Hausbrunnens bis in das Niveau des an der Oberfläche liegenden Gehängelehms ansteigt, fließt ein Teil des Hausbrunnenwassers in den Dorfbrunnen, der dann eine geringe Verunreinigung zeigt. Ferner ist die Tempera-

tur der beiden Brunnen stark verschieden. Am 28. 3. 29 fand ich im Dorfbrunnen eine Temperatur von 8,6° und zur gleichen Zeit im Hausbrunnen eine solche von 4,8°.

An der Kreuzung der Holzheimer Verwerfung mit der zuletzt genannten Querverwerfung treten ebenfalls Quellen aus, und zwar:

Quelle
Nr. 92. Unterhalb der Brücke im Mählenbachtal. Sch. am 14. 4. 29; M.L. 243; T. 8,2°. Gefaßt von der Stadt Zülpich.
„ 93. 20 m von der vorigen entfernt. Sch. am 14. 4. 29; M.L. 83,3; T. 8,2°. Ungefaßt.

Verfolgt man die Verwerfung weiter, so trifft man auf derselben auf die Quelle

Nr. 94. Mitten im Dorfe Floisdorf. Sch. am 15. 4. 29; M.L. 416,6; T. 8,6°. Sie besteht aus 8 kleineren Quellen, die als Dorfbrunnen gefaßt sind.

Die Vlattener Verwerfung verläuft zwischen Eicks und Berg bei Floisdorf in SO-NW-Richtung, von hier weiter bis zur alten Grube „Klara Franziska“ ungefähr ost-westlich. Sie scheidet zwischen Berg bei Floisdorf und der Straße Vlatten—Hergarten Muschelkalk vom oberen Buntsandstein.

Von den Spaltenquellen, die der Vlattener Verwerfung ihre Entstehung verdanken, sei zunächst der Quellenkomplex erwähnt, der zur Versorgung der Stadt Zülpich dient (Abb. 14). Die Schüttungs- und Temperaturmessungen dieser Quellen, erstere nach Angaben des Bürgermeisteramtes Zülpich, ergaben:

Quelle Nr.	am 15. 12. 96; M.L.	am 15. 4. 97; M.L.	am 14. 4. 29; T.
„ „ 96.	„ 83,3	„ 635,4	„ 8,6°
„ „ 97.	„ 161,1	„ 319,4	„ 8,4°
„ „ 98.	„ 107,6	„ 190,9	„ 8,6°
„ „ 99.	„ 90,2	„ 86,8	„ 8,4°

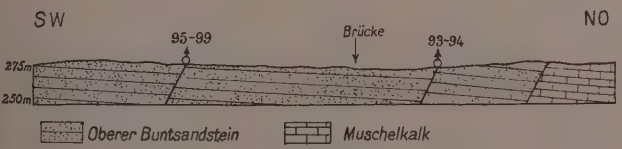


Abb. 14. Profil entlang dem Mählenbachtal.
Länge: 1 : 6250. Höhe: 1 : 1000.

Von diesen Quellen liegen nur zwei (Nr. 95 und 98) auf der Vlattener Verwerfung selbst, die anderen bis zu 200 m nordöstlich und südwestlich davon entfernt.

Weiter westlich liegen auf der Vlattener Verwerfung die Quellen:

Quelle
Nr. 100. 800 m nordöstlich von Berg bei Floisdorf. Sch. am 17. 4. 29; M.L. 65,9; T. 8,4°. Gefaßt von den Gemeinden Bürvenich und Eppenich.
„ 101. 1000 m nordwestlich von Berg bei Floisdorf. Sch. am 17. 4. 29; M.L. 208,3; T. 8,4°. Gefaßt von der Gemeinde Berg bei Floisdorf (Abb. Nr. 15).

Die an die Holzheimer und Vlattener Verwerfung gebundenen Quellen weisen fast alle beträchtliche Schüttungen auf. An dem Schnittpunkt der Holzheimer und der Vlattener Verwerfung mit der Querverwerfung im Mählenbachtale erreicht die Schüttung der Quellen den höchsten Betrag. Deshalb sind diese Quellen auch fast alle gefaßt und zur Versorgung nutzbar gemacht.

Die meisten Quellen sind durch Temperaturen von 8° bis 9° ausgezeichnet, die mit der mittleren Jahreslufttemperatur ziemlich genau übereinstimmen.

Chemisch sind bisher nur die Quellen 92 (auf der Holzheimer Störung), 97 und 100 (auf der Vlattener Verwerfung) untersucht worden.

Das Wasser der Quellen enthält danach folgende gelöste Substanzen:

	Quelle Nr. 92. Nach Selter, Bonn.	Quelle No. 97. Nach Samelson, Zülpich.	Quelle Nr. 100. Nach Scherpke, Düren.
Gesamtrückstand :	133 mg. i. L	253,3 mg. i. L.	— mg. i. L.
Glührückstand :	112 „ „	— „ „	— „ „
Glühverlust :	21 „ „	— „ „	„ „
CaO :	— „ „	82,3 „ „	94 „ „
MgO :	— „ „	40 „ „	53 „ „
Cl :	3 „ „	3,55 „ „	9 „ „
SO_3 :	— „ „	7,6 „ „	11 „ „
Fe :	3 „ „	— „ „	0,09 „ „
Freie CO_2 :	— „ „	— „ „	23 „ „
Gebundene CO_2 :	— „ „	— „ „	123 „ „
Deutsche Härte :	6°–8° — —	13,8° — —	16,82° — —

Die Analysen der Quellen 97 und 100 stimmen so gut miteinander überein, daß man hieraus auf ihre enge Zusammengehörigkeit schließen darf. In der Tat stehen sie auch beide zu der Vlattener Verwerfung in enger Beziehung. Im Gegensatz hierzu weicht die Analyse der Quelle 92 sehr stark von den ersteren ab. Bei ihr ist vor allem der Eisengehalt (3 mg. i. L.) und die geringe Härte (6°—8°) auffallend. Aehnlich verhält sich die ungefaßte Quelle 93, die so eisenhaltig ist, daß ihre Umgebung von Eisenhydroxyd rotbraun gefärbt ist. Diese Eigenschaften und das Fehlen der Sulfate sowie der Unterschied im Chlorgehalt machen

eine hydraulische Verbindung der Quellen 92—93 unterhalb der Brücke, und den Quellen 95—99 oberhalb der Brücke im Mählenbachtal unwahrscheinlich. Wenn eine solche bestehen würde, so mußte man auch erwarten, daß durch die Fassung der Quelle 92 die Quellen 95—99 in ihrer Schüttung wesentlich beeinträchtigt würden. Dies ist aber nach den Aussagen des Wasserwerkmeisters nicht der Fall.

Da nun alle diese Quellen nahe oder auf der Mählenbach-Querverwerfung liegen, so geht daraus hervor, daß auf dieser kein Wasser zirkuliert, sondern daß diese, wie oben schon gesagt, wasserabdichtend wirkt. Im übrigen steht die Tatsache, daß die Wässer der Quellen 92—93 sich chemisch stark von denjenigen der Quellen 97 und 100 unterscheiden, ganz im Einklang mit der geologischen Position derselben. Die ersteren treten auf der Holzheimer, die letzteren auf der Vlattener Verwerfung auf.

Aus dem über die vorangehenden Spaltenquellen Gesagten lassen sich ferner noch folgende Schlüsse ziehen:

1. Die Holzheimer Verwerfung, bisher nur bis Eicks bekannt, verläuft durch den oberen Buntsandstein bis Floisdorf.

2. Die Vlattener Verwerfung, bisher nur bis zum Kalkberg bei Berg bei Floisdorf bekannt, erreicht das Mählenbachtal und streicht noch bis Eicks.

Zum zweiten Typus (siehe S. 171) gehören nur zwei Quellen.

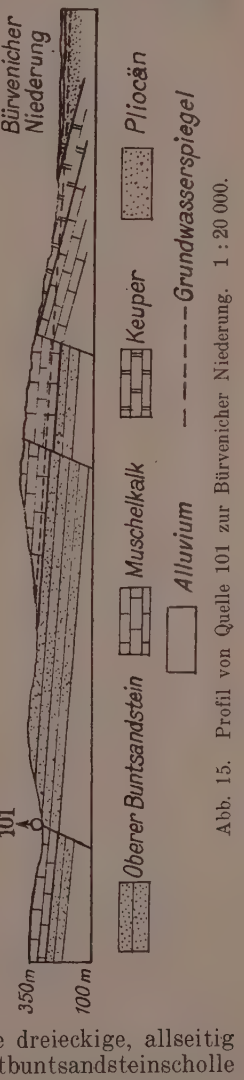


Abb. 15. Profil von Quelle 101 zur Bürvenicher Niederung. 1 : 20 000.

Bei Glehn befindet sich eine kleine dreieckige, allseitig von Verwerfungen begrenzte Hauptbuntsandsteinscholle

mitten im oberen Buntsandstein. Sie fällt wie der obere Buntsandstein mit 10° nach Norden ein. In dieser Scholle ist der Hauptbuntsandstein durch Knottenerzsandstein vertreten, dessen Knotten jedoch nicht aus Bleiglanz, sondern aus Manganoxydhydrat (sogenannte „taube" Knotten) bestehen. An der Verwerfung, welche die Scholle im Osten begrenzt, treten 30 m hoch über der Talsohle zwei Quellen aus, deren Wasser nur aus dem oberen Buntsandstein stammen kann. Diese Verwerfung muß also abdichtend wirken. Denn würde hier eine hydraulische Verbindung zwischen Hauptbuntsandstein und oberen Buntsandstein bestehen, so müßten diese Quellen im Rotbachtal austreten, das in die Hauptbuntsandsteinscholle tief eingeschnitten ist. Es ist die

Quelle

Nr. 102. 200 m südöstlich von Glehn. Sch. am 22. 4. 29; M.L. 27,7; T. 7,8°. Ungefaßt.

„ 103. (Abb. 16.) 10 m von der vorigen entfernt. Sch. am 22. 4. 29; M.L. 34,7; T. 7,8°. Ungefaßt.

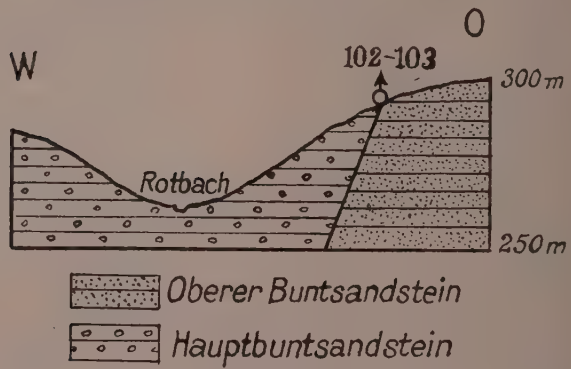


Abb. 16. Längsprofil durch die Quellen 102—103 bei Glehn. Länge: 1 : 12 500. Höhe: 1 : 2000.

Außer den im Vorigen besprochenen Buntsandsteinquellen und den schon oben im Zusammenhang mit den Quellen erwähnten Schachtbrunnen stehen noch einige Brunnen im Orte Hostel, die ich am 22. 4. 29 gemessen habe.

Brunnen	Tiefe	Wasserstand (von der Brunnensohle)	Temperatur
I	9 m	1,30 m	7,8°
II	9,5 „	1,70 „	9,3°
III	10 „	2,10 „	9,5°
IV	10 „	2 „	9,5°
V	11 „	2,70 „	9,4°

Brunnen	Tiefe	Wasserstand (von der Brunnensohle)	Temperatur
VI	10,5 m	2,50 m	9,4°
VII	10 „	2 „	9,4°
VIII	9 „	1 „	9,3°
IX	10 „	2 „	9,3°

Im übrigen existierten früher auch in vielen anderen Ortschaften noch Schachtbrunnen, die aber heute behördlicherseits geschlossen sind, seitdem die Gemeinden eigene Wasserleitungen besitzen. Sie konnten infolgedessen hier keine Verwertung mehr finden.

3. Muschelkalk.

Der Muschelsandstein, das unterste Glied des Muschelkalkes, besteht aus Kalksandsteinen. Tonige Zwischenlagen fehlen. Es kann daher erst an der Grenze zwischen Muschelsandstein und oberen Buntsandstein zur Ausbildung eines Wasserhorizontes kommen. Oft hat es den Anschein, daß Muschelsandstein und oberer Buntsandstein eine hydrologische Einheit bilden.

Dem Muschelsandstein entstammen folgende Quellen:

Quelle
Nr. 104. 1800 m nördlich von Vlatten, an der Straße Wollersheim—Berg vor Nideggen. Sch.? T.? Ungefaßt.
„ 105. 200 m nordwestlich von der vorigen. Sch.? T.? Ungefaßt.

Beide Quellen bilden das Ursprungsgebiet des Neffelbaches und verursachen die starke Versumpfung des Tales im Quellengebiet.

Quelle
Nr. 106. 1500 m südwestlich von Embken, an der Gödesheimer Mühle. Sch. am 28. 4. 29; M.L. 97.6; T. 8,4. Ungefaßt.

Aus dem Muschelsandstein entspringen ferner der Bürvenicher Bach und der an der Achemer Mühle vorbeifließende Mühlenbach.

Schließlich stehen im Muschelsandstein in Berg vor Nideggen fünf Brunnen, die am 27. 4. 29 ergaben:

Brunnen	Tiefe	Wasserstand (von der Brunnensohle)	Temperatur
I	5 m	lief über	8,6°
II	6,5 „	4,50 m	7,8°
III	8 „	4 „	8,4°
IV	6 „	lief über	8,3°
V	12 „	8,5 m	7,4°

Die hohen Wasserstände der Brunnen sind durch die lange Regenperiode, die im Frühjahr 1929 einsetzte, zu er-

klären. Der Muschelsandstein reagiert infolge seiner leichten Wasserdurchlässigkeit sehr schnell auf Schwankungen der Niederschläge. In der trockenen Jahreszeit kann er sogar gänzlich unergiebig sein, weil dann der Wasserspiegel bis in das Niveau des oberen Buntsandsteins absinkt. Daher sind die meisten Brunnen im Muschelsandstein im Sommer trocken.

Der mittlere Muschelkalk ist am Nordostabfall der Eifel durch bunte Mergel mit Steinsalzpseudomorphosen und den Linguladolomit vertreten. In diesen beiden Stufen sind nirgendwo Brunnen oder Quellen vorhanden.

Im oberen Muschelkalk ist der Trochitenkalk ein guter Wasserführer. Seine dünnen Bänke von höchstens 50 cm Mächtigkeit sind von einem Gewirr von Klüften durchzogen. Dazu ist das oft dolomitisierte Gestein von kleineren Hohlräumen durchsetzt und porös. Der oberste Muschelkalk weicht in seiner Ausbildung vom Trochitenkalk nur wenig ab. Er ist wie der letztere wasserdurchlässig. Wasserstauende Schichten sind weder im Trochitenkalk noch im obersten Muschelkalk vorhanden. In beiden Stufen versinkt das Oberflächenwasser bis auf die Talsohlen, von wo es in den Grundwasserstrom des Vorlandes zieht.

Im obersten Muschelkalk steht ein Brunnen im Rotbachtal an den Weingartener Höfen, 205 m über N.N. gelegen. In diesem Brunnen beobachtete ich am 29. 4. 29 den Grundwasserspiegel in 12 m Tiefe.

4. Keuper.

Es erübrigt sich, auf die Schichtenfolge des Keupers einzugehen, da in derselben kein wasserführender Horizont vorhanden ist. Zwar sind auch die im Keuper eingelagerten Dolomitbänke und sogar der Steinmergelkeuper infolge seiner starken Zerklüftung etwas wasserdurchlässig, aber es kommt nirgends zur Bildung von Quellen, da auch hier das versickernde Wasser bis auf die Talsohle absinkt und in den Grundwasserstrom des Vorlandes abfließt. Dies läßt sich nur so erklären, daß das Keupergebiet am Gebirgsabfall von zahlreichen wasserdurchlässigen Verwerfungen und Klüften durchsetzt ist. Im übrigen gestatten die Schichten des Keupers nur ein langsames Einsickern der Niederschläge, weshalb das meiste Wasser oberflächlich abfließt.

Der einzige Brunnen im Keuper befindet sich in einem Tal südwestlich von Bürvenich, 212 m über N.N. Hier beobachtete ich am 24. 4. 29 den Grundwasserspiegel in 0,40 m Tiefe.

d) Tertiär und Quartär.

Tertiäre Ablagerungen kommen im Antweiler Graben und in noch größerer Verbreitung im Vorland vor.

1. Antweiler Graben.

Der Antweiler Graben, der auch topographisch eine Senke darstellt, ist aufgefüllt mit oberoligocänen und untermiocänen Sedimenten, die dem Devon auflagern. Ueber die Mächtigkeit der Grabenauffüllung sind genaue Angaben nicht möglich, da das Devon im Liegenden des Tertiärs nirgends klar aufgeschlossen ist. Das Tertiär besteht hier aus Sanden, Kiesen und Tonen, die in mehreren Tongruben gut aufgeschlossen sind. Auf der Sohle der meisten Gruben ist der Grundwasserspiegel freigelegt.

In diesen Gruben habe ich folgende Spezialprofile beobachtet:

1. Tongrube an der Straßenkreuzung Antweiler—Satzvey und Lessenich 1000 m westlich von Antweiler.

Diluvium	1,20 m	Lehm,
Untermiocän	4 m	eisenschüssiger Sand mit Tonlagen wechselnd,
	0,60 m	Kies,
	1,30 m	eisenschüssiger Sand,
	2—3 m	graugrüner Ton.
Oberoligocän	2,20 m	kaolinhaltiger Feinsand Darunter grobe weiße Quarzkiese bis zu 2 cm Durchmesser. Grundwasser.

2. Tongrube 50 m südwestlich von der ersten.

Diluvium	0,40—1 m	Gerölle und Lehm,
Untermiocän	4 m	eisenschüssiger Sand,
	7 m	graugrüner Ton,
Oberoligocän	1 m	kaolinhaltiger Feinsand. Darunter folgen grobe weiße Quarzkiese wie oben. Grundwasser lag nicht frei.

3. Tongrube 100 m südöstlich von der ersten.

Diluvium	1 m	Gerölle und Lehm,
Untermiocän	1 m	Quarzkiese,
	1—5 m	Ton,
Oberoligocän	1—6 m	kaolinhaltiger Feinsand,
	2—3 m	graugrüner Ton. Darunter folgen Quarzkiese wie oben. Grundwasser lag frei.

4. Tongrube 300 m westlich Antweiler.

Untermiocän	3 m	roter feiner Sand,
	0—4 m	eisenschüssige Kiese mit dazwischenliegenden Sandlagen,
	3—5 m	graugrüner Ton,

Oberoligocän	5	m kaolinhaltiger Feinsand,
	1—4	m Quarzkiese.
		In 8 m Tiefe erst das Grundwasser erreicht.

5. Tongrube bei Calcar.

Diluvium	0,5	m Lehm,
Untermiocän	3,50	m Kies,
	1—4	m graue Kiese mit Braunkohlenlagen von 50 cm Mächtigkeit.
Oberoligocän	3—4	m Ton.
		Darunter Quarzkiese wie oben.
		Grundwasser verdeckt.

Diese Aufschlüsse, in deren Deutung ich mich E. Dittmann anschließe, zeigen, daß die untermiocänen Ton- und Sandschichten nach allen Seiten auskeilen und nur linsenförmig auftreten. Nur die oberoligocänen Quarzkiesschichten scheinen durch den ganzen Antweiler Graben hindurch zu ziehen, da sie auch in Calcar angetroffen wurden.

Die im Antweiler Graben beobachteten Grundwasserspiegel gehören zu einem einheitlichen Grundwasserhorizont, der sich durch den ganzen Antweiler Graben hinzieht. Für die Wasserverhältnisse des Antweiler Grabens ist wesentlich, daß dieser Grundwasserhorizont Zuflüsse aus dem SW-Teil der Sötenicher Mulde erhält. Da nämlich der mittlere Teil der Sötenicher Mulde im NW und SO an Unterdevon grenzt, das auch die Mulde unterlagert, und da tief eingeschnittene Täler, in denen Quellen austreten könnten, am Nordwestrande dieses Muldenteiles fehlen, so kann das einsickernde Wasser innerhalb der Mulde nur nach Nordosten gegen den Antweiler Graben zu abfließen. Hier gelangt es in die oberoligocänen Kiesschichten, in denen das Grundwasser dann nach Nordosten weiter fließt, bis es sich am Billiger Horst, der aus undurchlässigen Oberkoblenzschichten besteht, staut; hier fließt es den Horst entlang zum Erfttal und tritt in den Grundwasserstrom des Erfttales über. Infolgedessen sind die wesentlichsten Wasserentnahmestellen im Bereiche des Antweiler Grabens erst unten im Abschnitt Alluvium zu besprechen. An dieser Stelle sind nur die Quellenaustritte am Südrande des Calcarer Moores zu erörtern. Die größte dieser Quellen ist die Quelle

Nr. 107. (Abb. 17.) Sch. am 30. 10. 29; M.L. 47,6; T. 9,2°. Ungefaßt. Deutsche Härte 11,5°.

Die Härte dieser Wässer ist so beträchtlich, daß sie ganz unverständlich wäre bei der Annahme, daß die Quelle und die Brunnen von Calcar nur aus den wasserführenden

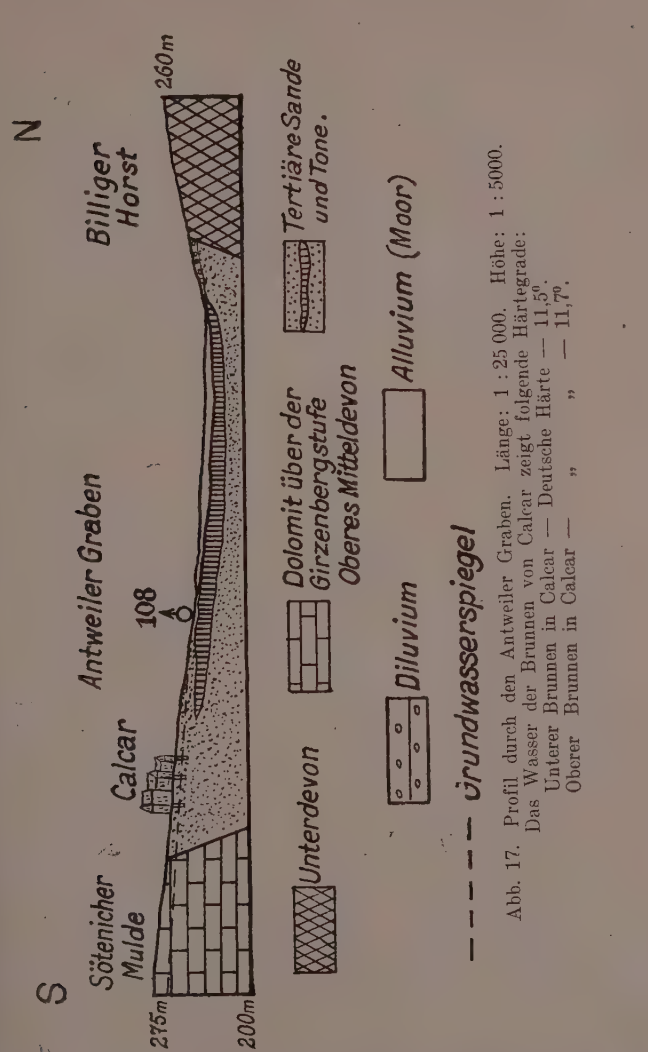


Abb. 17. Profil durch den Antweiler Graben. Länge: 1 : 25 000. Höhe: 1 : 5000.
Das Wasser der Brunnen von Calcar zeigt folgende Härtegrade:
Unterer Brunnen in Calcar — Deutsche Härte — 11,5°.
Oberer Brunnen in Calcar — „ — 11,7°.

Kiesen und Sanden des Tertiärs, denen jegliches kalkige Bindemittel fehlt, gespeist würden. Es bleibt daher keine andere Erklärungsmöglichkeit übrig, als daß beträchtliche Wassermengen aus der Sötenicher Mulde in den Antweiler

Graben eintreten. Diese Annahme wird bestärkt durch die Aussage des Ortsvorstehers von Calcar, nach der bei großer Beanspruchung der aus dem „Dolomit über der Girzenbergstufe“ am Calcarer Berg austretenden Quelle Nr. 30 der Grundwasserspiegel in den Brunnen der Ortschaft Calcar sich schon nach kurzer Zeit erheblich absenkt.

Weiterhin steht mit dieser Annahme die große Ergiebigkeit der Brunnenfassungen im Erfttal (ca. 2000 cbm täglich) im besten Einklang. Auch die Wassermengen, die täglich aus den Tongruben herausgepumpt werden, um diese vor dem Versaufen zu schützen, sind so beträchtlich, daß sie aus dem Einzugsgebiet des Antweiler Grabens selbst unmöglich erklärt werden können. So pumpt z. B. die Tongrube bei Calcar nach Angabe des Aufsehers täglich annähernd 1200 cbm aus ihrem Betrieb.

2. Das Vorland.

Geologisch wird das Vorland aus tertiären und quartären Ablagerungen aufgebaut. Das Tertiär besteht aus oberoligocänen, miocänen und pliocänen Ablagerungen. Oberoligocäne Tone und Sande sind in der Grube bei Satzvey aufgeschlossen. Miocänen Alters sind die Sande und Tone bei Juntersdorf, zwischen Bleibach und Klosterbach und weiter nördlich im Vorlande, pliocänen Alters die grauen und gelbrot gefärbten grobkörnigen Sande, die übrigens meist vom Diluvium verhüllt sind. „Es sind mehr lokale, auf den Gebirgsrand beschränkte Bildungen (Randfacies), die sich nur aus einheimischen Gesteinen aufbauen“ (Quaas 17).

Das Diluvium besteht aus einer 1—2 m mächtigen Decke von Geröllen, den sogenannten Eifelschottern. Die Gerölle sind nur wenig gerundet, stets abgeplattet und erreichen einen Durchmesser bis zu 20 cm. Im östlichen und nördlichen Teile des hier behandelten Gebietes vermischen sie sich mit den Rheinkiesen und Sanden der Hauptterrasse.

In den Schichten des Tertiärs sind für die Ausbildung von Grundwasserhorizonten denkbar günstige Bedingungen vorhanden. Die lose Beschaffenheit der Sande und Kiese, denen jedes Bindemittel fehlt, ermöglicht reichlich Wasseraufnahme und eine ungehinderte Wasserzirkulation.

Das Mesozoikum am Gebirgsabfall steht mit dem Tertiär und Diluvium des Vorlandes in hydraulischer Verbindung. Wie oben ausgeführt wurde, ist der Grundwasserspiegel im Gebiete des oberen Muschelkalkes und Keupers bis

auf die Talsohlen abgesenkt und demnach auf das Niveau des Grundwasserspiegels des Vorlandes eingestellt. Das letztere hält hier überall ziemlich das gleiche Niveau ein, ausgenommen in der vermoorten und versumpften oder mit alluvialem Lehm bedeckten Bürvenicher Niederung, in welcher der Grundwasserspiegel etwas tiefer abgesenkt ist, und zwar annähernd 20 m gegenüber seiner Umgebung. Dies ist ersichtlich aus den Grundwasserständen, die ich in der Bürvenicher Niederung und deren Umgebung gemessen habe.

		Grundwasserstand
Schachtbrunnen an den Weingartener Höfen im obersten Muschelkalk . . (siehe oben Seite 178)		193 m üb. NN. am 29. 4. 29
Schachtbrunnen im Eiskeller bei Bürvenich im unteren Keuper . . . . (siehe oben Seite 178)		212 „ „ „ „ 24. 4. 29
Schachtbrunnen in Eppenich	Pliocän	215 „ „ „ „ 24. 4. 29
Schachtbrunnen an der Achemer Mühle		202 „ „ „ „ 24. 4. 29
Schachtbrunnen in Irnich .		190 „ „ „ „ 25. 4. 29
Schachtbrunnen in Schwerfen		190 „ „ „ „ 25. 4. 29
Bürvenicher Niederung		180 „ „ „ „ 25. 4. 29
Langendorf		192 „ „ „ „ 30. 4. 29
Sandgrube östlich Bürvenich . . .		200 „ „ „ „ 24. 4. 29

In der Bürvenicher Niederung liegt im übrigen der Grundwasserspiegel bei normalem Grundwasserstand nur etwa 0,5—1 m unter der Oberfläche. Sobald das Grundwasser einen höheren Stand erreichte, überschwemmte es die Straßen von Bürvenich. Die Gemeinde hat aber jetzt durch das Einbauen einer Drainage im ganzen Ort diesem Uebelstande abgeholfen.

An ihrem Ostrande geht die Bürvenicher Niederung in die Niederung des Rotbaches über, die ebenso wasserreich ist wie die vorige. In Sinzenich lag am 2. 5. 29 der Grundwasserspiegel 172 m über N.N. und in Floren 170 m über N.N. An der Oelmühle, nordöstlich von Sinzenich, ist der pliocäne Sand so von Wasser durchtränkt, daß er einen Schwimmsand bildet, der bei einem Versuche, hier eine Wasserfassung anzulegen, so stark in die Fassung strömte, daß diese immer wieder zugeschwemmt wurde. Man hat daher den Versuch, hier einen Brunnen niederzubringen, aufgeben müssen. Bei dieser Gelegenheit wurde eine nordöstliche Fließrichtung des Grundwassers beobachtet.

In dem wasserreichen Gebiet des Vorlandes ist bis jetzt nur eine einzige größere Wasserversorgungsanlage vorhan-

den. In der Ebene, bei Embken, stehen ca. 1000 m vom Gebirgsrand entfernt drei Brunnen (Nr. 108—110) des Wasserwerkes der Neffelbachgemeinden in den pliocänen Sanden. Es sind dies dieselben Sande, die in der Sandgrube östlich Bürvenich abgebaut werden. Diese Brunnen liefern täglich 2000 cbm und mehr. Schon diese Wassermenge läßt auf einen bedeutenden Zufluß aus dem Gebiete des Gebirgsabfalles schließen. Diese Auffassung wird bestätigt durch die chemische Beschaffenheit des Wassers, das nach Scherpke, Düren, enthält:

Cl	:	16 mg. i.L.
SO_3	:	43 „ „
Fe	:	0,1 „ „
CaO	:	113 „ „
MgO	:	68 „ „
Freie CO_2	:	33 „ „
Gebundene CO_2	:	113 „ „
Deutsche Härte	:	20,82°

Eine solche Beschaffenheit des Wassers wäre ohne die Annahme einer hydraulischen Verbindung mit dem Wasser des Gebirgsabfalles nicht denkbar. Denn die pliocänen Sande enthalten weder Kalk noch irgend ein kalkiges oder dolomitisches Bindemittel. Gleichwohl ist der Ca-MgO-Gehalt sehr hoch und auch der Sulfatgehalt beträchtlich, was sich nur durch Zufuhr von Wasser erklären läßt, das aus dem Muschelkalk und Keuper kommt.

In denselben pliocänen Schichten konnte ich den Grundwasserstand im Vorlande in folgenden Brunnen beobachten:

In Schwerfen am 25. 4. 29

Brunnen	Tiefe	Wasserstand (von der Brunnensohle)	Temperatur
I	3 m	2,50 m	6,2°
II	3 „	2,70 „	6,2°
III	4 „	2,40 „	6,2°
IV	2.8 „	1,40 „	6,3°
V	3,50 „	2 „	6,3°
VI	5 „	1,40 „	6,4°
VII	4 „	2,80 „	6,4°

Der Brunnen II steht vom Rotbach 3 m entfernt. Er steht in keiner Verbindung mit dem Bachwasser; denn der Wasserspiegel des Brunnens lag um 50 cm höher als der des Baches, und außerdem zeigte das Wasser des Baches eine um 2.8° niedrigere Temperatur als die des Brunnens an. Das erklärt sich durch die Auskleidung des Bachbettes mit Schlamm, der in allen aus dem Buntsandsteingebiet kommenden Bächen abgesetzt wird.

In Bürvenich am 24. 4. 29:

Brunnen	Tiefe 2 m	Wasserstand 1,70 m	Temperatur 6,4°
Sandgrube östl. Bürvenich	„ 2,4 „	— —	„ 6,4°

In Eppenich am 24. 4. 29:

Brunnen	Tiefe 2 m	Wasserstand 1,25 m	Temperatur 6,8°

In Sinzenich am 2. 5. 29:

Brunnen	Tiefe	Wasserstand	Temperatur
I	2 m	1 m	6,3°
II	2,5 „	1,2 „	6,4°

In Floren am 2. 5. 29:

Brunnen	Tiefe 2,5 m	Wasserstand 2,2 m	Temperatur 6,1°

Zu Langendorf wurde bei einer Bohrung das Wasser in 7 m Tiefe angetroffen.

Oberhalb Satzvey greifen oberoligocäne Sande, Kiese und Tone auf das Unterdevon über. Ueber den tonigen, liegenden Schichten des Oligocäns bildet sich in den Kiesen ein übrigens unbedeutender Wasserhorizont aus. Aus ihm entspringt

Quelle
Nr. 111. 200 m westlich von Satzvey. Sch. am 10. 5. 29; M.L. 16,3; T. 8,4°. Gefaßt von der Gemeinde Satzvey.

An dem stark von Gehängelehm bedeckten Nordhange des Billiger Horstes treten südlich von Billig folgende Quellen aus:

Quelle
Nr. 112. 200 m südlich von Billig. Sch. am 4. 5. 29; M.L. 36,8; T. 12°. Gefaßt von der Gemeinde Billig.
„ 113. Am alten Römerlager südlich von Billig. Sch.? T. 12,4°. Ungefaßt.

Die geohydrologischen Verhältnisse sind hier analog denjenigen der vorigen Quelle, abgesehen davon, daß das Grundwasser hier unmittelbar unter der Oberfläche zirkuliert, was die gemessenen Temperaturen von 12° und 12,4° erklärt.

Schließlich sind noch die Beobachtungen bei den Vorarbeiten des Grundwasserwerkes Iversheim aufzuführen. Bei den Vorarbeiten für dieses Wasserwerk, an welches über 30 Ortschaften angeschlossen sind, wurden zwischen Flamersheim und Ludendorf 11 Bohrungen ausgeführt, deren Lage aus der Karte ersichtlich ist. Die in diesen Bohrungen aufgeschlossenen Profile, die ich den Akten des Wasserwerkes Iversheim entnommen habe, sind wie folgt zu deuten:

Bohrloch I. 600 m südwestlich Flamersheim, 208 m üb. N.N. Tiefe 10,5 m; Wasser in 1,62 m Tiefe.

Alluvium	0,30 m Humus,
Diluvium	1,30 m gelber Letten,
	0,40 m Gerölle,
Vertontes Unterdevon	0,90 m gelber Letten,
	2,60 m Sand und Letten,
Vertontes Unterdevon	1,60 m grauer Ton,
Unterdevon	0,15 m eisenschüssiger Sandstein,
	0,85 m gelber, grauer Letten,
	0,40 m Sandstein,
	0,45 m gelber Letten,
	0,65 m kompakter Sandstein.

Bohrloch II. 500 m südöstlich Flamersheim, 215 m üb. N.N. Tiefe 21,10 m; Wasser in 0,45 m Tiefe.

Alluvium	0,20 m Humus,
Diluvium	3,80 m gelber Letten,
Vertontes Unterdevon	4 m grauer, sandiger Ton,
	4,30 m brauner, sandiger Ton,
	4 m grauer Ton,
Unterdevon	0,30 m grüner Sandstein,
	4,10 m grüner Ton,
	4,20 m Sand, Ton und Letten,
	0,20 m grauer Sandstein.

Bohrloch III. 200 m nordöstlich von Palmersheim, 184 m üb. N.N. Tiefe 22,70 m; Wasser in 13,35 m Tiefe.

Alluvium	0,20 m Humus,
Diluvium	0,80 m gelber Lehm,
Miocän	2,70 m gemischter Kies, Letten und Sand,
	3,40 m Konglomerat, Kies, Sand, Letten,
	3,30 m gemischter Kies, kerniger Sand,
	3,10 m scharfer, feiner Kies,
	1,40 m gemischter Kies und etwas Letten,
	1,70 m feiner Kies, kerniger Sand.
Oberoligocän	2,20 m grauer Sand und Ton,
	1,30 m Konglomerat, Ton, Sand und Letten.

Bohrloch IV. 1000 m nördlich Palmersheim, 178 m üb. N.N. Tiefe 24,20 m; Wasser in 11 m Tiefe.

Alluvium	0,20 m Humus,
Diluvium	0,30 m Konglomerat,
Miocän	2,20 m gemischter Kies und Sand,
	0,30 m Konglomerat,
	2 m gelber Letten,
	2 m gelber Letten und Sand,
	4 m gemischter Kies, kerniger Sand.
	2 m gelb-grauer Letten,
	1 m Konglomerat,
	1,30 m gelber Letten mit Sand,
Oberoligocän	4,20 m grauer Ton,
	1,50 m grauer Ton und Mergel,
	3 m grauer Ton,
	0,20 m Mergel.

Bohrloch V. 1100 m nordöstlich von Palmersheim, 178 m üb. N.N. Tiefe 22,30 m; Wasser in 5,59—18,30 m Tiefe.

Alluvium		0,20 m Humus,
Diluvium		0,40 m gemischter Kies,
Miocän		2,60 m grauer Letten,
		2,80 m kerniger Sand,
		1,25 m gemischter Kies, kerniger Sand,
		3,75 m grauer Letten,
		1,70 m grauer, sandiger Letten,
		0,30 m Sand und Letten,
Oberoligocän		0,40 m grauer Letten,
		0,60 m grauer Letten mit wenig Sand,
		3,90 m grauer Ton.

Bohrloch VI. 250 m südlich Ludendorf, 155 m üb. N.N. Tiefe 15 m; Wasser in 9 m Tiefe.

Alluvium		0,20 m Humus,
Diluvium		0,40 m gelber Letten mit Kies,
		2,40 m gemischter Kies, Letten und Sand,
	In	3,40 m Tiefe Braunkohlenquarzite,
		2,50 m gemischter Kies, Letten und Sand,
Miocän		0,30 m Konglomerat von Kies und Sand,
		4,50 m gelber Letten,
		2,50 m grober Kies, Letten und Sand,
		2 m gemischter Kies, kerniger Sand.
Oberoligocän		Darunter Ton.

Bohrloch VII. 1200 m südöstlich von Ludendorf, 155 m üb. N.N. Tiefe 16,20 m; Wasser in 11 m Tiefe.

Alluvium	0,20 m Humus,
Diluvium	1,40 m gelber Letten mit Kies,
Miocän	3 m gemischter Kies,
	1,40 m gelber Letten,
	1 m grauer Ton,
	2 m gelber sandiger Letten,
	5 m grober Kies mit reinem Sand,
	1,30 m feiner Kies mit reinem Sand,
	0,90 m grober Kies.

Bohrloch VIII. 400 m östlich Ludendorf, 152 m üb. N.N. Tiefe 16,60 m; Wasser in 11 m Tiefe.

Alluvium		0,20 m Humus,
Diluvium		1,20 m gelber Letten mit Kies,
Miocän		0,85 m feiner Sand,
		0,15 m Konglomerat, Kies, Sand,
		4,60 m gemischter Kies, Letten und Sand,
	In	5,20 m Tiefe Braunkohlenquarzite,
		3,80 m gelber Letten,
		3,70 m gemischter Kies,
		0,50 m feiner, kerniger Sand.
		1,60 m grober Kies.
Oberoligocän		Darunter Ton.

Bohrloch IX. 150 m östlich Ludendorf, 152 m üb. N.N. Tiefe 27,80 m; Wasser in 10 m Tiefe.

Alluvium	0,30 m	Mutterboden,
Diluvium	1,20 m	gelber Letten mit grobem Kies,
Miocän	4,30 m	gelber, grober Kies,
	1,20 m	gelber, grober Kies mit Sand,
	3 m	blauer und gelber Ton,
	9,58 m	grober Kies,
	4 m	scharfer Sand und etwas Kies,
	1,20 m	grober Kies und scharfer Sand.
Oberoligocän		Darunter Ton.

Bohrloch X. 200 m westlich von Ludendorf, 155 m üb. N.N. Tiefe 16,20 m; Wasser in 8 m Tiefe.

Alluvium	0,40 m	Humus,
Diluvium	0,30 m	Lehm und Gerölle,
Miocän	2,30 m	brauner grober Kies,
	1,50 m	brauner grober Kies mit Sand,
	1,90 m	brauner feiner Kies mit scharfem Sand,
	0,90 m	gelber Letten,
	0.60 m	Braunkohle mit gelbem Letten,
	0,80 m	feiner Kies mit scharfem Sand,
	2,90 m	grober, eisenhaltiger Kies mit scharfem Sand,
	2,10 m	mittelgrauer Kies mit scharfem Sand,
	0,30 m	gelber Letten,
	2,20 m	feiner Kies und reiner Sand.
Oberoligocän		Darunter Ton.

Bohrloch XI. 600 m westlich von Ludendorf, 156 m üb. N.N. Tiefe 15,90 m; Wasser in 7 m Tiefe.

Alluvium	0,25 m	Humus,
Diluvium	2,95 m	brauner, lehmiger Kies,
Miocän	1,80 m	gelber, grober Kies,
	2,10 m	gelber Letten,
	0,20 m	Braunkohle,
	0,90 m	gelber, sandiger Letten,
	4,40 m	grober Kies mit grauem Sand,
	0,50 m	grauer Ton,
	1,30 m	grober Kies mit reinem Sand,
Oberoligocän	1,50 m	blauer, zäher Ton.

Von den aufgeführten Bohrungen wurde Bohrung IX zu dem Wasserwerk ausgebaut, das heute zur Versorgung der vielen Gemeinden in der Umgebung dient. Aus ihr werden täglich 4000 cbm herausgepumpt. Hierdurch wird der Grundwasserspiegel um 1,90 m abgesenkt. Nach den Angaben des Betriebsleiters kann die tägliche Leistung bis zu 8000 cbm gesteigert werden, ohne daß eine weitere wesentliche Absenkung des Grundwasserspiegels erfolgt.

Der in der Umgebung des Wasserwerkes festgestellte Verlauf der Hydro-Isohypsen ist aus Textfigur Nr. 18 er-

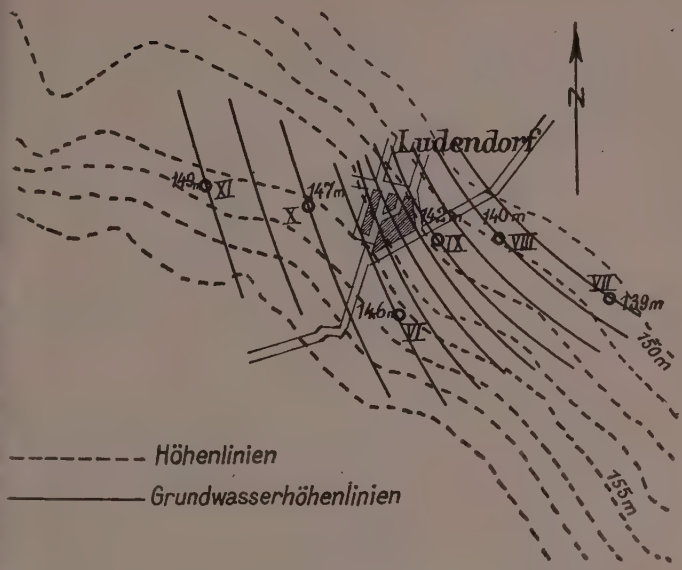


Abb. 18. Plan der Bohrergebnisse bei Ludendorf. 1 : 20 000.

sichtlich. Man sieht, daß die Hydro-Isohypsen bei der Bohrung IX am engsten stehen und das demnach der Grundwasserstrom hier sein größtes Gefälle besitzt, weshalb das Wasserwerk an dieser Stelle errichtet wurde.

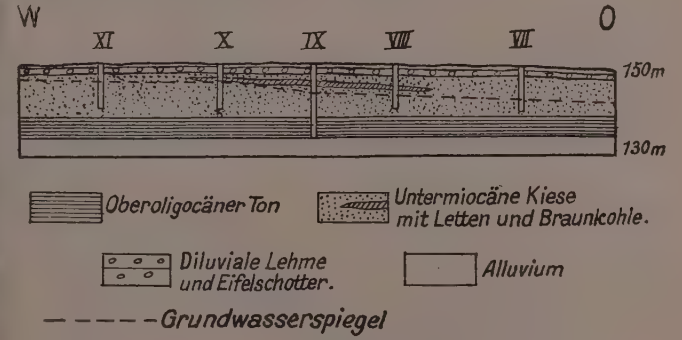


Abb. 19. Profil durch die Bohrungen bei Ludendorf. Länge: 1 : 20 000. Höhe: 1 : 1600.

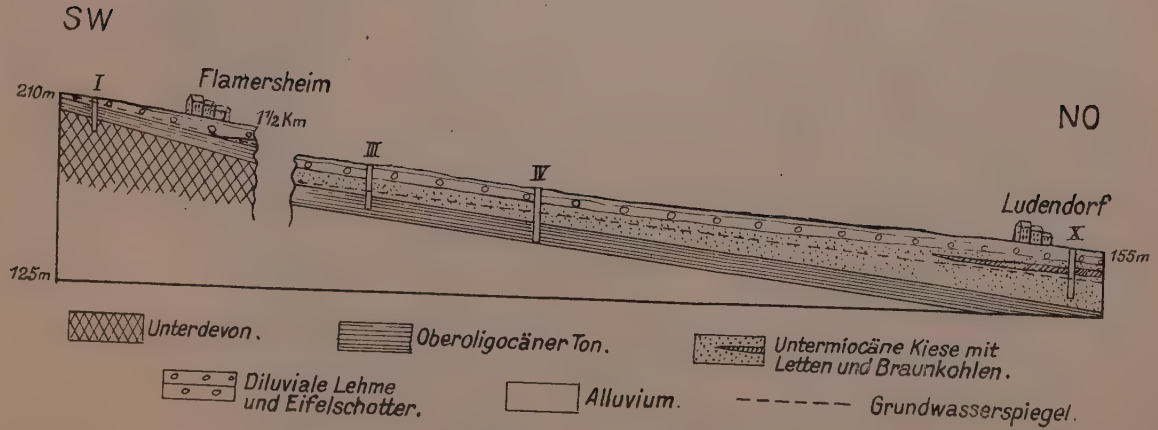


Abb. 20. Profil von Flamersheim nach Ludendorf. Länge: 1 : 20 000. Höhe: 1 : 2000.

Zur weiteren Veranschaulichung der hydrologischen Verhältnisse in der Umgebung des Wasserwerkes dienen die Abbildungen 19 und 20. Aus dem Profil 20 geht hervor, daß die oberoligocänen und untermiocänen Schichten bei Flamersheim auskeilen. Infolgedessen ist in der näheren Umgebung von Flamersheim nur im Diluvium Wasser anzutreffen.

Die chemische Analyse dieses Wassers ergab nach Selter, Bonn, am 10. 1. 28:

Cl	:	26,9 mg. i. L.
Freie CO_2	:	18 " "
Deutsche Härte	:	5,1° " "

Das Wasser ist hygienisch einwandfrei und als weich zu bezeichnen.

3. Alluvium.

Die alluvialen Ablagerungen bestehen hauptsächlich aus Flußschottern, welche in den Gebirgstälern an vielen Stellen von rotbraunem Verwitterungslehm bedeckt werden, der von den Gehängen abgeschlemmt ist. Alluvial ist ferner der Gehängeschutt, der besonders an den Talhängen im Unterdevon verbreitet ist.

Im Alluvium des Erfttales stehen innerhalb des Antweiler Grabens die schon oben kurz erwähnten Brunnen (115 bis 118) der Stadt Euskirchen. Sie liefern täglich mehr als 2000 cbm Wasser. Obwohl ein Teil dieses Wassers aus dem Grundwasserstrome stammt, der den Alluvionen der Erft seine Entstehung verdankt, so ist doch zweifellos, daß der größte Teil desselben erst indirekt aus der Sötenicher Mulde in die tertiären Schichten des Antweiler Grabens und dann in die Alluvionen des Erfttales gelangt. Das beweist am besten ein Vergleich einer Analyse des Brunnenwassers mit einer solchen der Quelle Nr. 30 am Calcarer Berg. Die Härtegrade sind nach Selter, Bonn, 14,9 bzw. 13,83, stimmen also auffallend gut überein. Allerdings zeigt der Chlorgehalt eine bedeutende Abweichung von demjenigen der Quelle Nr. 30. Sie erklärt sich vielleicht dadurch, daß das Erfttal stark besiedelt ist und die Chloride erst durch Mensch und Tier in den Grundwasserstrom der Erft gelangen konnten.

Ferner stehen nordöstlich von Satzvey zwei Brunnen im Alluvium des Veybachtales (119 und 120). Sie beliefern die tiefer liegenden Gemeinden Veynau, Wißkirchen und Euenheim mit Nutz- und Trinkwasser und zeitweilig auch die Gemeinde Satzvey.

Im Eschweiler Tal hat der Ort Eschweiler einen Brunnen in den alluvialen Aufschüttungen des Eschweiler Baches abgeteuft (Nr. 121).

Die Gemeinde Keldenich bezieht ihr Wasser aus einem Brunnen (Nr. 122) im Urfttal und leitet es mittels Pumpwerkes nach Keldenich.

Am Kloster Mariawald steht ein Brunnen (Nr. 123) im Gehängeschutt des Unterdevons. Das Wasser wird auch hier mittels Pumpwerkes ins Kloster geleitet. Der Brunnen liefert täglich 3—8 cbm Wasser. Daß es sich hier um Gehängeschuttwasser handeln muß, geht aus seiner Temperatur (14° am 20. 8. 29) hervor. Das Wasser enthielt nach Cochius, Düren, im Liter:

CaO	:	8,2 mg.
MgO	:	2,6 „
SO_2	:	13,1 „
SO_3	:	16,1 „
Cl	:	12,4 „

Sein Härtegrad beträgt höchstens 1°.

Zusammenfassung.

Bei dem Versuch, die hydrologischen Verhältnisse der NO-Eifel im Zusammenhange darzustellen, hat sich gezeigt, daß sämtliche hier vertretene Formationen wasserführend sind. Jedoch sind in der Wasserführung wegen der verschiedenen petrographischen Ausbildung der Gesteine große Unterschiede in diesen Formationen zu verzeichnen.

Das Unterdevon ist, wie fast überall im Rheinischen Schiefergebirge, infolge der geringen Mächtigkeit der wasserführenden Sandsteinbänke relativ wasserarm. Es sind sowohl Schicht- als Spaltenquellen vorhanden, jedoch fließen diese fast immer durch den Gehängeschutt in die Bäche ab. Auch zeigen sie ausnahmslos nur eine geringe Schüttung (durchschn. 8 M. L.).

Die drei untersuchten Eifelkalkmulden unterscheiden sich hydrologisch sehr stark voneinander. Die Rohrer und Blankenheimer Mulde stellen bis auf die Talsohlen mit Grundwasser aufgefüllte Becken dar, in denen sämtliche Schichten des Mitteldevons wasserführend sind, während die Sötenicher Mulde hydrologisch viel komplizierter ist. Im größten Teil der Sötenicher Mulde ist der „Dolomit über der Girzenbergstufe" des oberen Mitteldevons der wasserführende Horizont. Das untere Mitteldevon ist nur in der Spezialmulde südlich von Wachendorf und in dem nordöstlich des Antweiler Gra-

bens gelegenen Teil der Mulde wasserführend. Eine besondere Bedeutung in hydrologischer Hinsicht kommt der Kallmuther Störung zu, die die Sötenicher Mulde in einen auffallend wasserarmen südwestlichen und einen wasserreicheren nordöstlichen Teil trennt. In dem ersteren ist der Grundwasserspiegel so tief abgesenkt, so daß er selbst von dem tiefen Einschnitt des Urfttales nicht angeschnitten wird. Diese starke Absenkung erklärt sich dadurch, daß bis in die jüngste Zeit tektonische Bewegungen an der Kallmuther Störung stattfanden, durch welche der mittlere Muldenteil, d. i. zwischen Kallmuther Störung und Antweiler Graben, abgesenkt wurde. Da die wasserführenden Schichten in hydraulischer Verbindung stehen, hatten diese Bewegungen die starke Absenkung des Grundwasserspiegels in dem südwestlichen Teile zur Folge, was eindeutig die langen Trockentäler beweisen.

Weiterhin zeigte sich, daß die Rohrer und Blankenheimer Mulden relativ wasserreicher sind als die Sötenicher Mulde. In der Blankenheimer Mulde tritt die größte Quelle (Ahrquelle Sch. 1500 M. L.) der ganzen Nordosteifel aus. Von den Quellen der Sötenicher Mulde erreicht keine annähernd diese Schüttung. Die Härte der Wässer im Mitteldevon schwankt zwischen 12° und 24°.

Gemeinsam ist allen drei Eifelkalkmulden, daß auf den Verwerfungen innerhalb der Mulden nur dort Spaltenquellen auftreten, wo wasserführender Kalkstein oder Dolomit an undurchlässiges Unterdevon anstößt.

Hydrologisch einfacher liegen die Verhältnisse in der Trias. Der Hauptbuntsandstein bildet mit seinen Konglomeraten und Sandsteinen, meist über undurchlässigem Unterdevon, Wasserhorizonte, aus denen starke Quellen entspringen (bis zu 1000 M. L.). Infolge des nur sehr geringen Gehaltes des Bindemittels an kalkiger und dolomitischer Substanz ist die Härte dieser Wässer sehr gering (0,8° bis 2,6°).

Die Wasserführung im oberen Buntsandstein ist dadurch gekennzeichnet, daß infolge des häufigen Wechsels von wasserführenden Sandsteinbänken und Lettenlagen mehrere Wasserführer übereinander existieren; ferner durch das Auftreten einer großen Anzahl von Spaltenquellen an den Verwerfungen kurz vor dem Abbruch des Gebirges zur niederrheinischen Bucht.

Im Muschelkalk, ausgenommen den Muschelsandstein, und im Keuper ist der Grundwasserspiegel am Gebirgsabfall

überall bis auf die Höhe der Talsohlen abgesenkt. Von hier aus tritt das Grundwasser in den Grundwasserstrom des Vorlandes über. Aus diesem Grunde treten aus Muschelkalk und Keuper am Gebirgsabfall keine Quellen aus und aus diesem Grunde ist das mit tertiären und quartären Sedimenten aufgefüllte Vorland ungewöhnlich wasserreich. Hier ist eine nordöstliche Strömungsrichtung beobachtet. Die Härte des Wassers von Ludendorf beträgt 5,1°.

Das Diluvium ist wegen seiner geringen Mächtigkeit für die Wasserführung kaum von Bedeutung.

Im Alluvium sind in mehreren Tälern Wasserfassungen vorgenommen worden, die die Erwartungen zumeist erfüllt haben. Ebenso liefert im Unterlevongebiet der Gehängeschutt hier und dort soviel Wasser, daß es zur Versorgung dienen kann.

Das untersuchte Gebiet gehört zu den wasserreichsten Deutschlands. Wenn sich gleichwohl in Trockenzeiten hier und dort Wassermangel bemerkbar macht, so liegt das in erster Linie an den unvollkommenen Wassergewinnungs- und Versorgungsanlagen, die vielerorts noch sehr zu wünschen übrig lassen. Die Befürchtung mancher Gemeinden, daß die vorhandene Wassermenge bei weiterem Ansteigen des Wasserverbrauches den Bedarf nicht decken könnte, dürfte schwerlich zutreffen. Der Wasserverbrauch kann sich in diesen Gebieten der Eifel noch unbedenklich steigern, ohne daß eine Wasserknappheit zu befürchten wäre.

Literaturverzeichnis.

1. Blanckenhorn, M.: Die Trias am Nordrande der Eifel. Abhandl. zur geol. Spezialkarte von Preußen. Berlin 1885.
2. Dechen, H. von: Erläuterungen zur geol. Karte der Rheinprovinz und Westfalens. II. Bonn 1884.
3. Dittman, E.: Das Tertiär am Nordabfalle der Eifel. Dissertation Aachen 1912.
4. Fliegel, G.: Der Untergrund der niederrheinischen Bucht. Abh. d. preuß. geol. Landesanstalt. Berlin 1922.
5. Follmann, O.: Die Eifel. Stuttgart 1884.
6. Fuchs, A.: Erläuterungen zur geol. Karte von Preußen. Blatt Rheinbach. Berlin 1910.
7. Fuchs, A. und Wolf, W.: Erläuterungen zur geologischen Karte von Preußen. Blatt Euskirchen. Berlin 1910.
8. Gurlt, Ad.: Das Tertiärbecken des Niederrheins. Deutsche geol. Gesellschaft. Bonn 1872.
9. Holzapfel, E.: Die Geologie des Nordabfalles der Eifel mit bes. Berücksichtigung der Umgegend von Aachen. Abh. der Preuß. geol. Landesanstalt. Berlin 1910.

10. Keilhack, K.: Lehrbuch der Grundwasser- und Quellenkunde.
11. Klein, W. C.: Grundwasserstudien im Flachland zwischen Maas und Rhein. Niederrh. geol. Verein. 1911.
12. Klüpfel, W.: Ueber die Wasserverhältnisse im Lothringer Jura. Zeitschrift für praktische Geologie 1916.
13. Köhne, W.: Grundwasserkunde. Stuttgart 1928.
14. Kuckelkorn und Vorster: Das Gebiet der Blankenheimer, Rohrer und Dollendorfer Mulden in der Eifel. Steinmann-Festschrift der geol. Rundschau. Berlin 1926.
15. Polis, P.: Erläuterungen zur Niederschlagskarte der Rheinprovinz. 1928.
16. Quaas, A.: Die Trias auf dem Blatte Nideggen. Jahrb. der Preuß. geol. Landesanstalt. Berlin 1910.
17. — Zur Geologie des Nordrandes der Eifel und des westlichen Teiles der niederrheinischen Bucht. Jahrbuch der Preuß. geol. Landesanstalt. Berlin 1907.
18. Quiring, H.: Zur Stratigraphie und Tektonik der Eifelkalkmulde von Sötenich. Jahrbuch der Preuß. geol. Landesanstalt. Berlin 1913.
19. — Ueber das Alter des Eifelgrabens und der Nord-Südverwerfungen in der Eifel. Zeitschr. der deutsch. geol. Gesellschaft. Berlin 1914.
20. Reuter, L.: Quell- und Grundwassererschließungen im Königreich Bayern. Geschäftsbericht des königl. Wasserversorgungsbüro. München 1909.
21. Stickel, R.: Der Abfall der Eifel zur niederrheinischen Bucht. Beiträge zur Landeskunde der Rheinlande. Leipzig 1922.